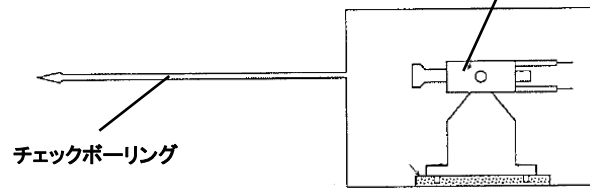


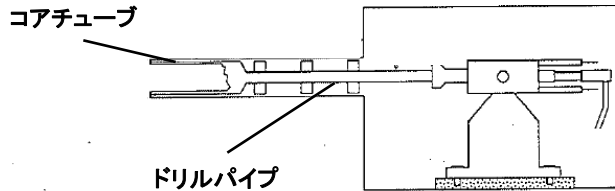
4. シームの活動性

初期地圧の測定方法(概要)

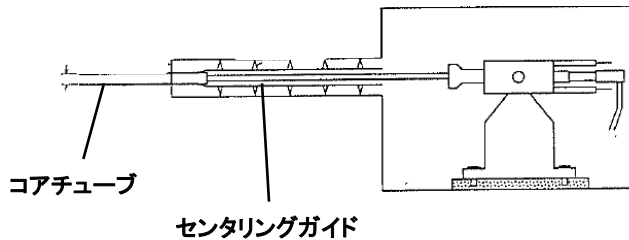
①チェックボーリング



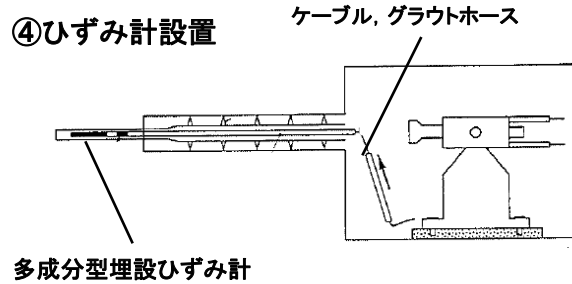
②カットボーリング



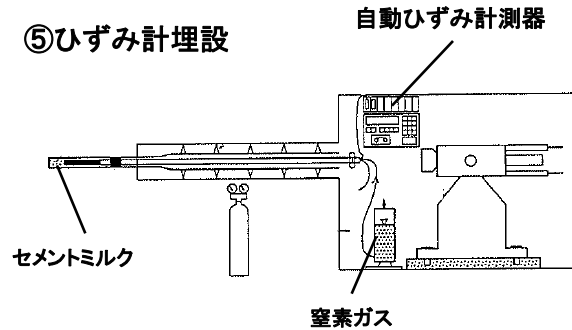
③パイロットボーリング



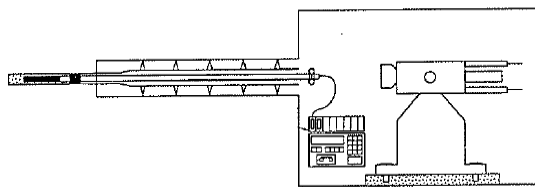
④ひずみ計設置



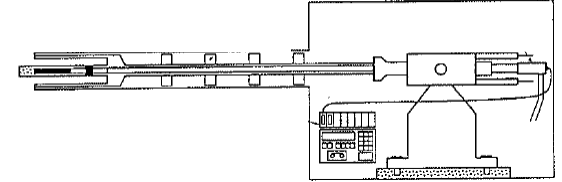
⑤ひずみ計埋設



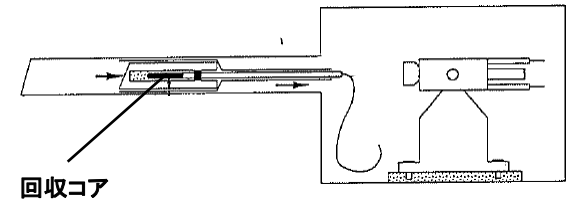
⑥セメントミルクの養生



⑦オーバーコアリング

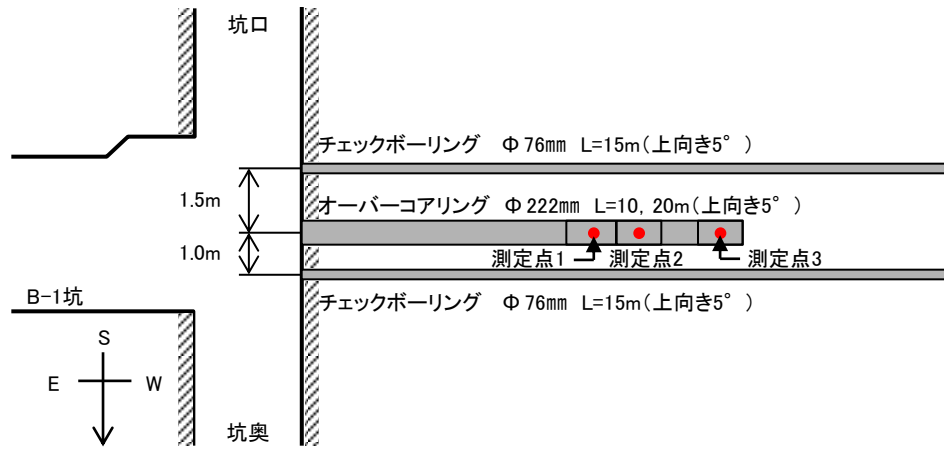


⑧コアの回収

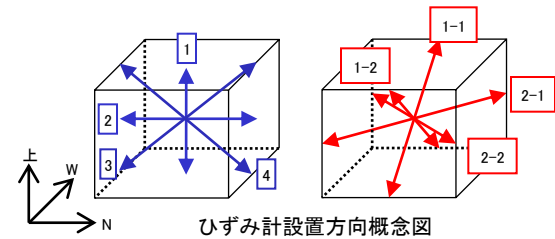


- ・多成分型埋設ひずみ計を測定用ボーリング孔内にセメントミルクで埋設・固着させる。
- ・大口径オーバーコアリングによる応力解放時の変位を測定し、その変化量に対応する応力を弾性論によって求める。

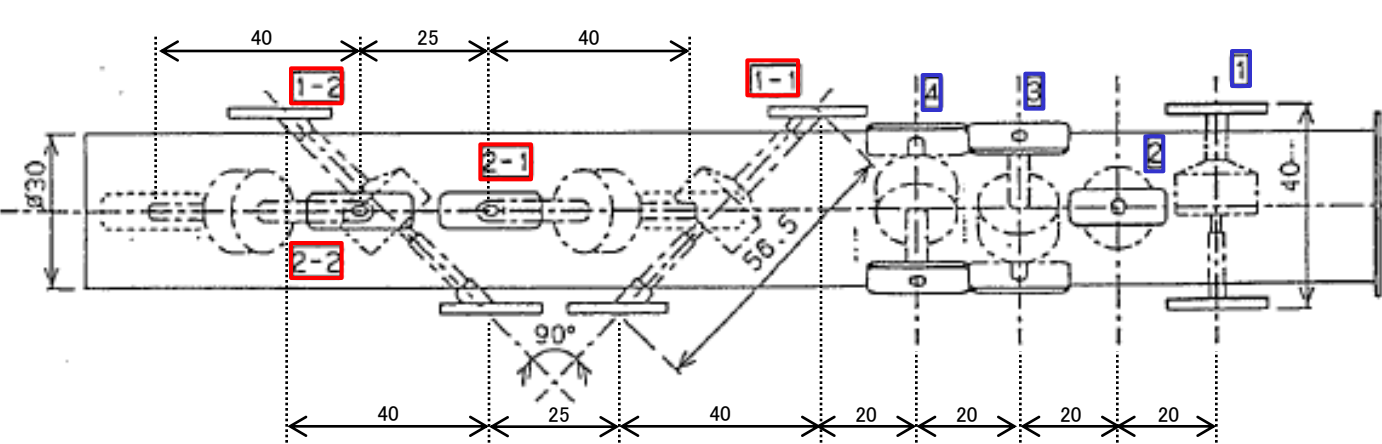
初期地圧の測定方法(測定点及びひずみ計設置位置)



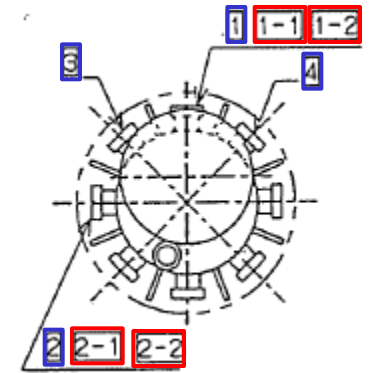
初期地圧測定点平面位置図



ひずみ計設置方向概念図



ひずみ計設置 側面透視図

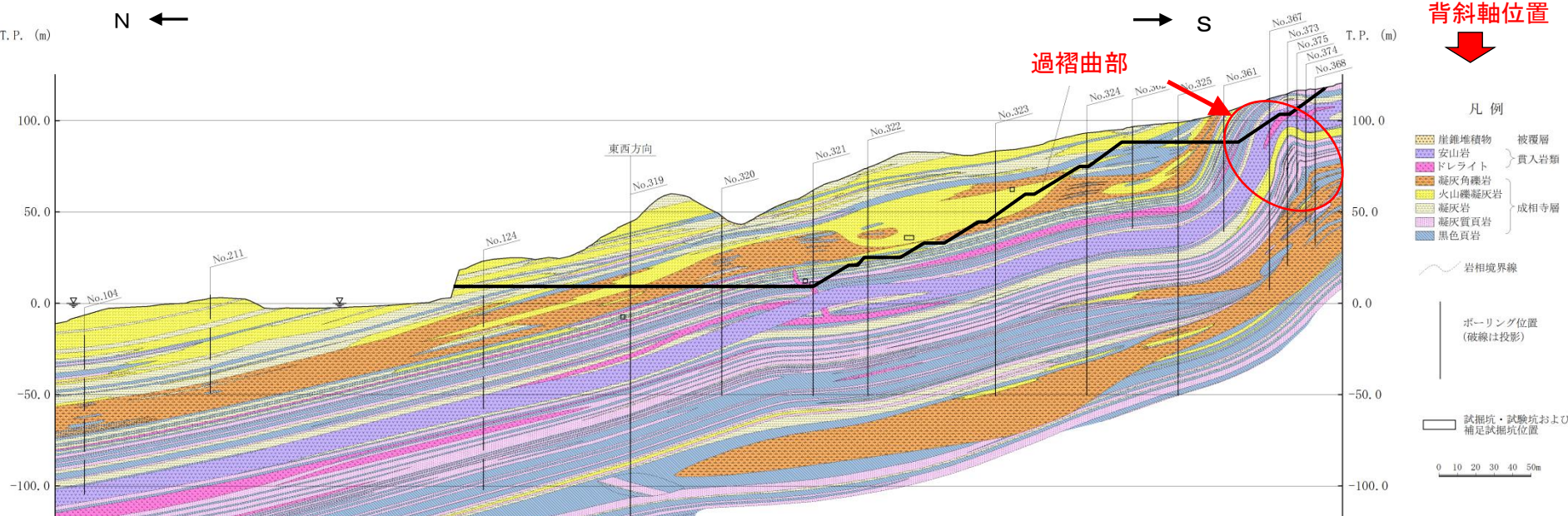


ひずみ計設置 正面図

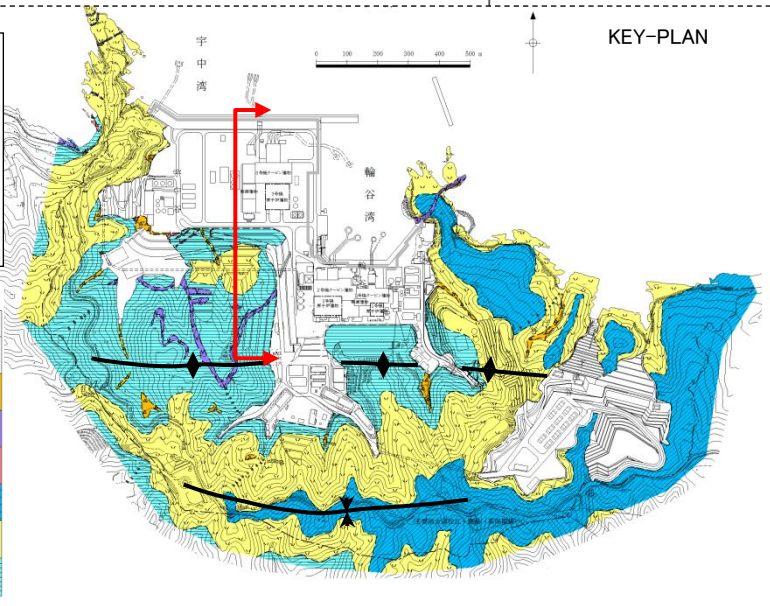
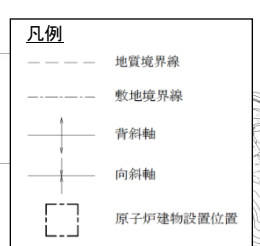
・測定点は3箇所とし、ひずみ計は8方向のひずみを測定できるようにそれぞれの測定点に設置した。

余白

背斜軸付近の地質構造



3号調査時のボーリングに基づく地質断面図(南北)
※背斜軸付近の地質構造を示すため、旧地形の断面図及び平面図を示す。



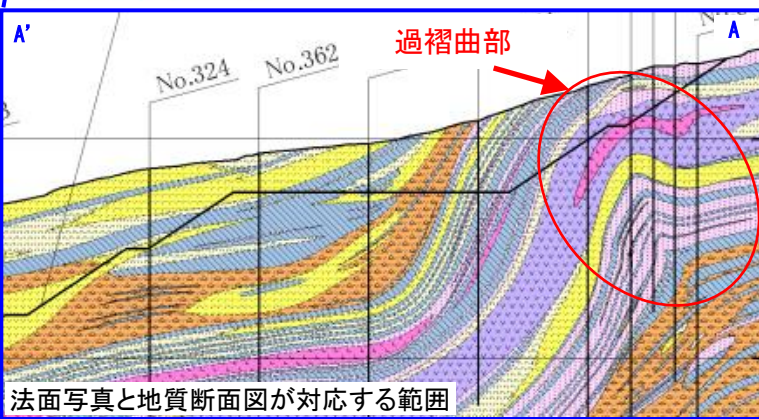
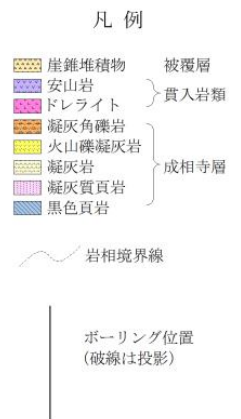
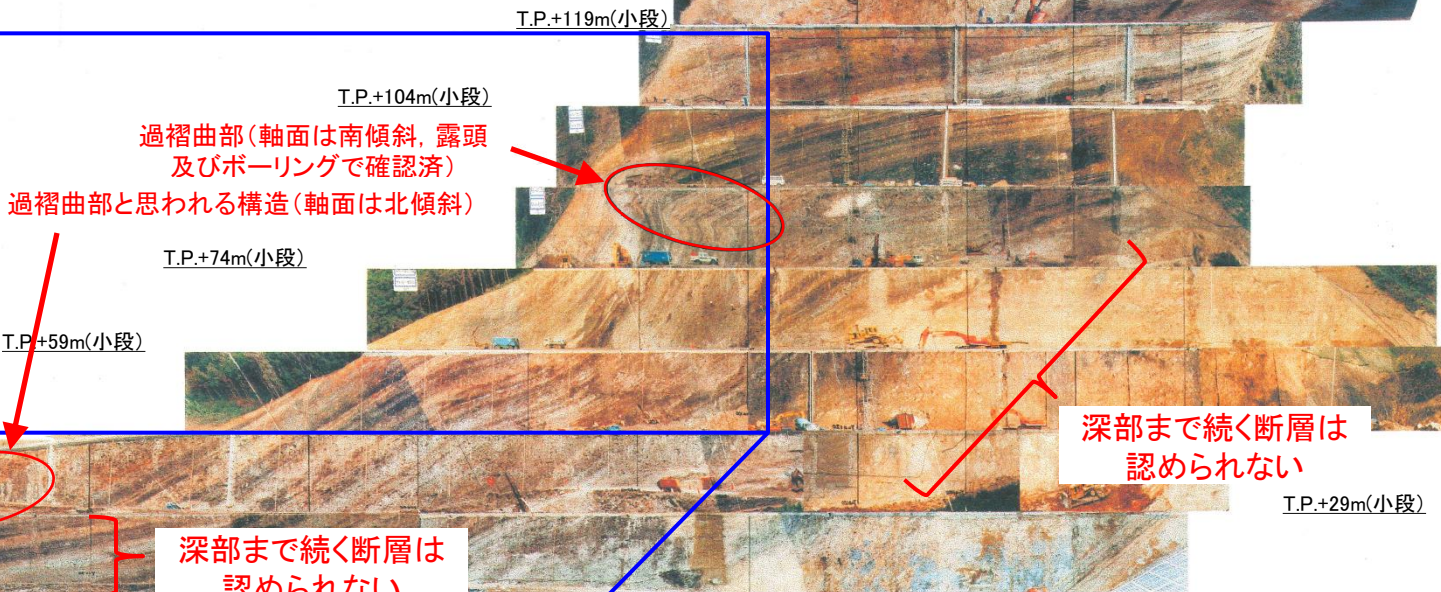
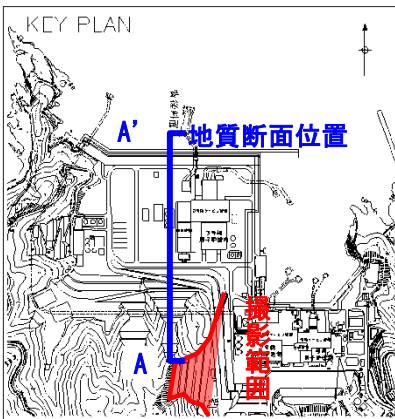
・ボーリング調査の結果、背斜軸の北側において、過褶曲部が確認された。

地質時代		地層名	主要構成地質	
第四紀	完新世	被覆層	礫混り砂質土・礫混り粘性土	▲ ▲
		崖堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土	▲ ▲ ▲
中生代	中新世	貫入岩類	安山岩	▼ ▼
			ドレライト	▼ ▼
	成相寺層	上部頁岩部層	黑色頁岩	■ ■ ■
		火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩	▼ ▼ ▼
	下部頁岩部層	黑色頁岩・凝灰質頁岩	■ ■ ■	

過褶曲部の法面写真

2号炉増設時に各法面毎に撮影した写真を接合した。なお、撮影時期、撮影位置等の撮影状況が法面毎に異なるため、写真に記載された座標位置が整合するように画像処理を行うとともに、地質断面図との対比のため、画像を反転した。

N ← → S



- ・2号炉増設に係る敷地造成時の法面写真では、ボーリング調査において確認された過褶曲と同様の構造が認められる。
- ・当該写真の法面北側付近でも、過褶曲と思われる構造が認められる。
- ・上記二つの構造の下位の地層はゆるやかな傾斜を示し、深部まで続く断層は認められないことから、断層起因による構造ではないと考えられる。
- ・上記二つの構造の褶曲の軸面は、北傾斜及び南傾斜を示すことから、これらの構造の変形の開始時期は、未固結～半固結時と考えられる。

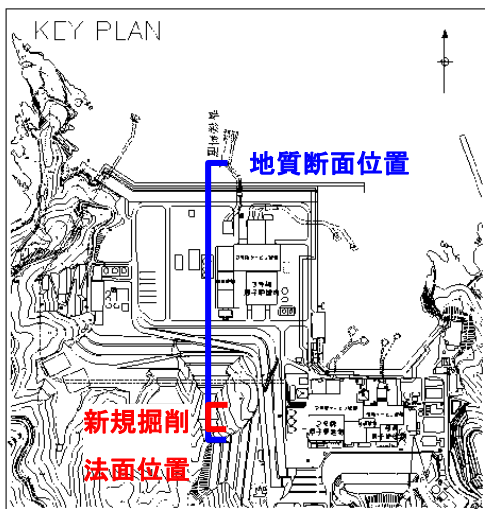
※背斜軸付近の地質構造を示すため、旧地形の平面図及び断面図を示す。

4. シームの活動性 (1)シームの成因 ②過褶曲とシームの形成過程 地質調査結果(過褶曲部の新規掘削法面 現地写真)



現地写真(新規掘削法面における過褶曲構造)

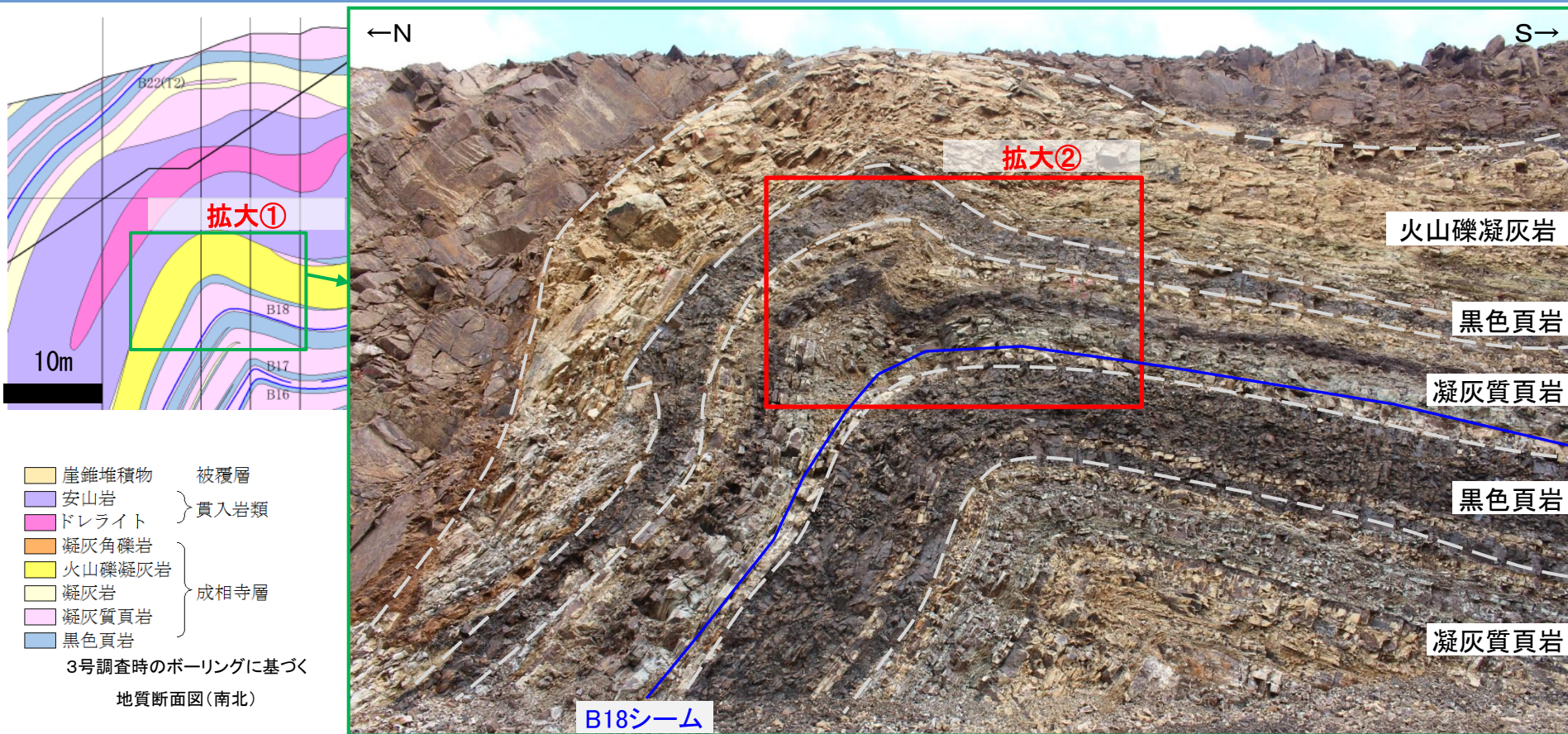
平成27年10月撮影



・過褶曲部の地質状況を詳細に観察するため、地質断面図(南北)作成位置と同位置において、関連施設の敷地造成工事に合わせて法面整形を行った。

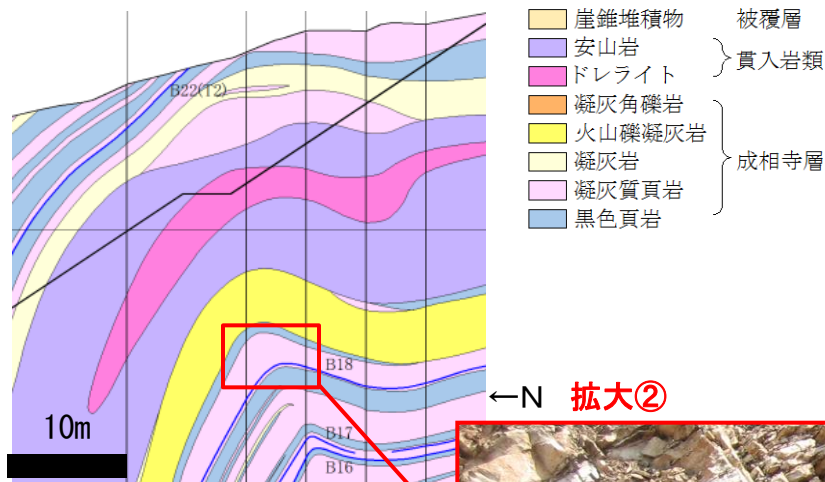
※背斜軸付近の地質構造を示すため、旧地形の平面図を示す。

地質調査結果(過褶曲部の新規掘削法面 現地写真 拡大①)



・頁岩層等の層厚変化が認められること、及び過褶曲の軸面の直線性が低いことから、変形の開始時期は未固結～半固結時であると考えられる。

地質調査結果(過褶曲部の新規掘削法面 現地写真 拡大②)

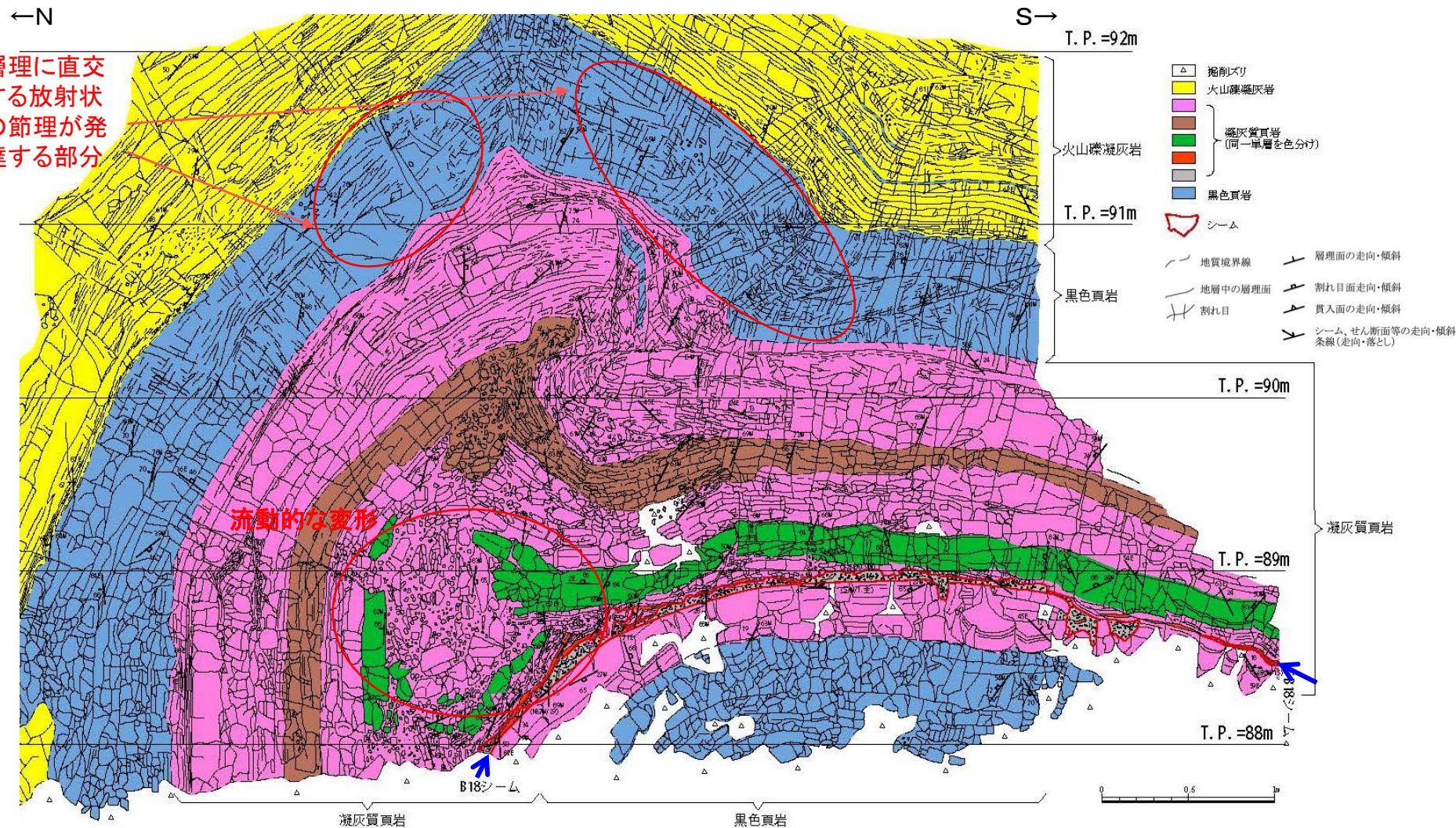


3号調査時のボーリングに基づく
地質断面図(南北)



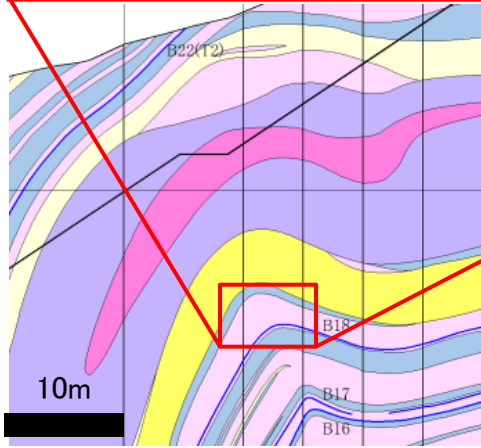
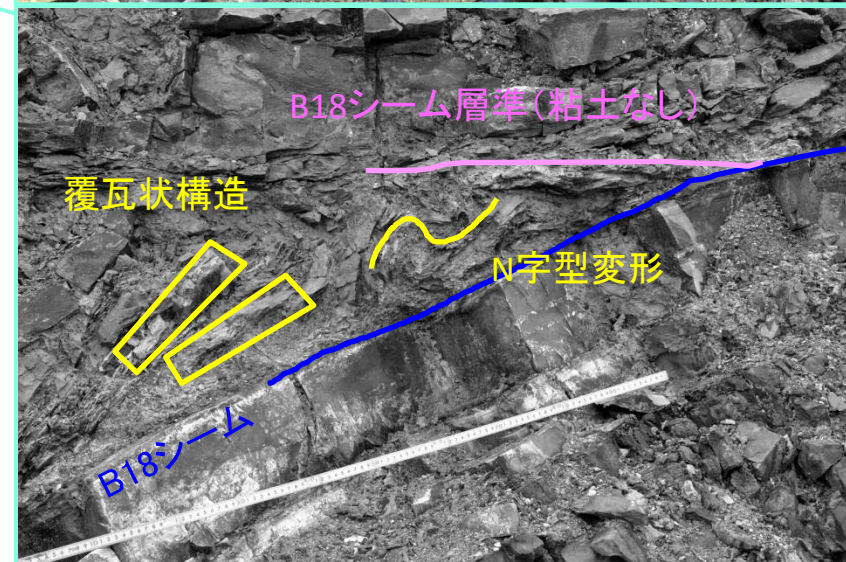
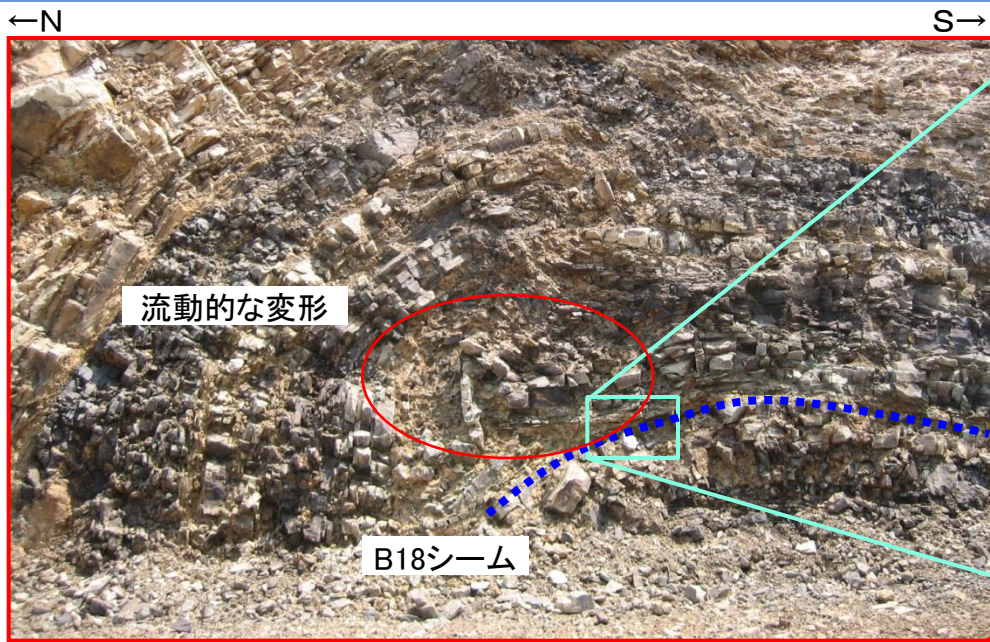
【拡大写真】 過褶曲部 近接写真

地質調査結果(過褶曲部の新規掘削法面 スケッチ 拡大②)



- ・凝灰質頁岩中に、未固結～半固結時の流動的な変形を示唆する構造が認められる。
- ・黒色頁岩、凝灰質頁岩等には、半固結～固結時の脆性的な変形を示唆する層理と直交する放射状の節理が認められる。
- ・凝灰質頁岩中の層理面に沿って、B18シームが分布している。

地質調査結果(過褶曲部の新規掘削法面 B18シーム付近)

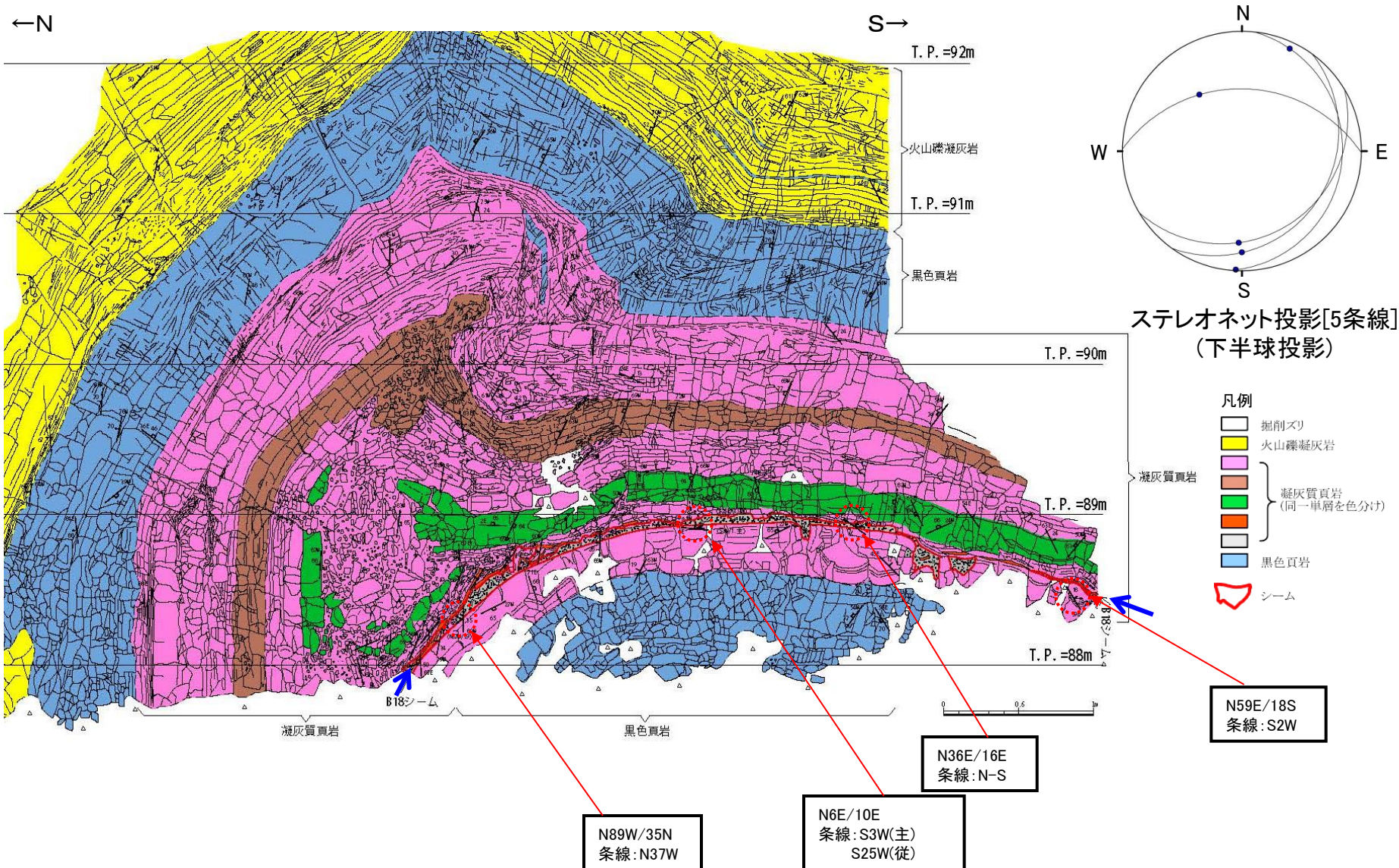


- | | |
|----------|------|
| ■ 崖錐堆積物 | 被覆層 |
| ■ 安山岩 | 貫入岩類 |
| ■ ドレライト | |
| ■ 凝灰角礫岩 | 成相寺層 |
| ■ 火山礫凝灰岩 | |
| ■ 凝灰岩 | |
| ■ 凝灰質頁岩 | |
| ■ 黒色頁岩 | |

3号調査時のボーリングに基づく地質断面図(南北)

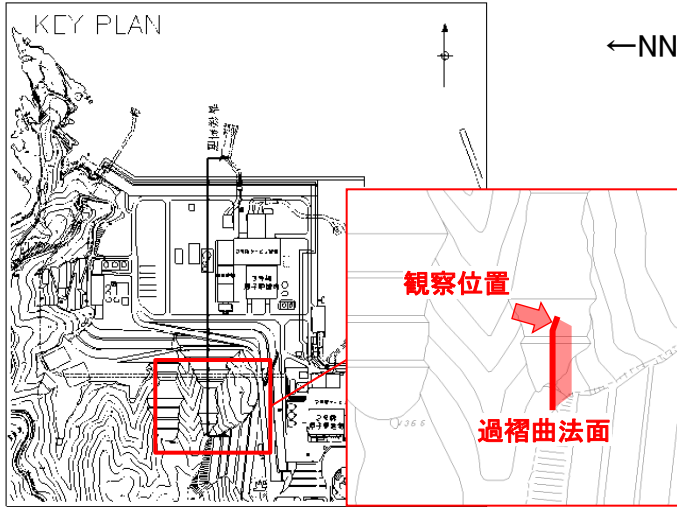
- ・凝灰質頁岩中の流動的な変形部分には、B18シーム層準が食違ってY分岐する正断層センスと、N字型変形及び覆瓦状構造から成る逆断層センスが認められる。B18シーム層準の食違い部は粘土化していない。
- ・B18シームの層厚は、数mm~10cmとばらつきはあるが、平均で約3cmである。

4. シームの活動性 (1)シームの成因 ②過褶曲とシームの形成過程
 地質調査結果(B18シーム条線観察)



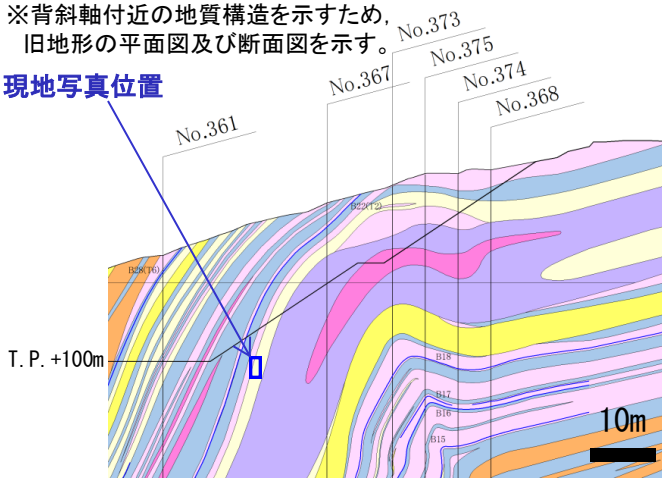
・B18シームの条線観察の結果、概ね南北方向を示し、南北圧縮応力場に伴う褶曲運動に調和的である。

地質調査結果(過褶曲北側の法面 スケッチ)



※背斜軸付近の地質構造を示すため、旧地形の平面図及び断面図を示す。

現地写真位置

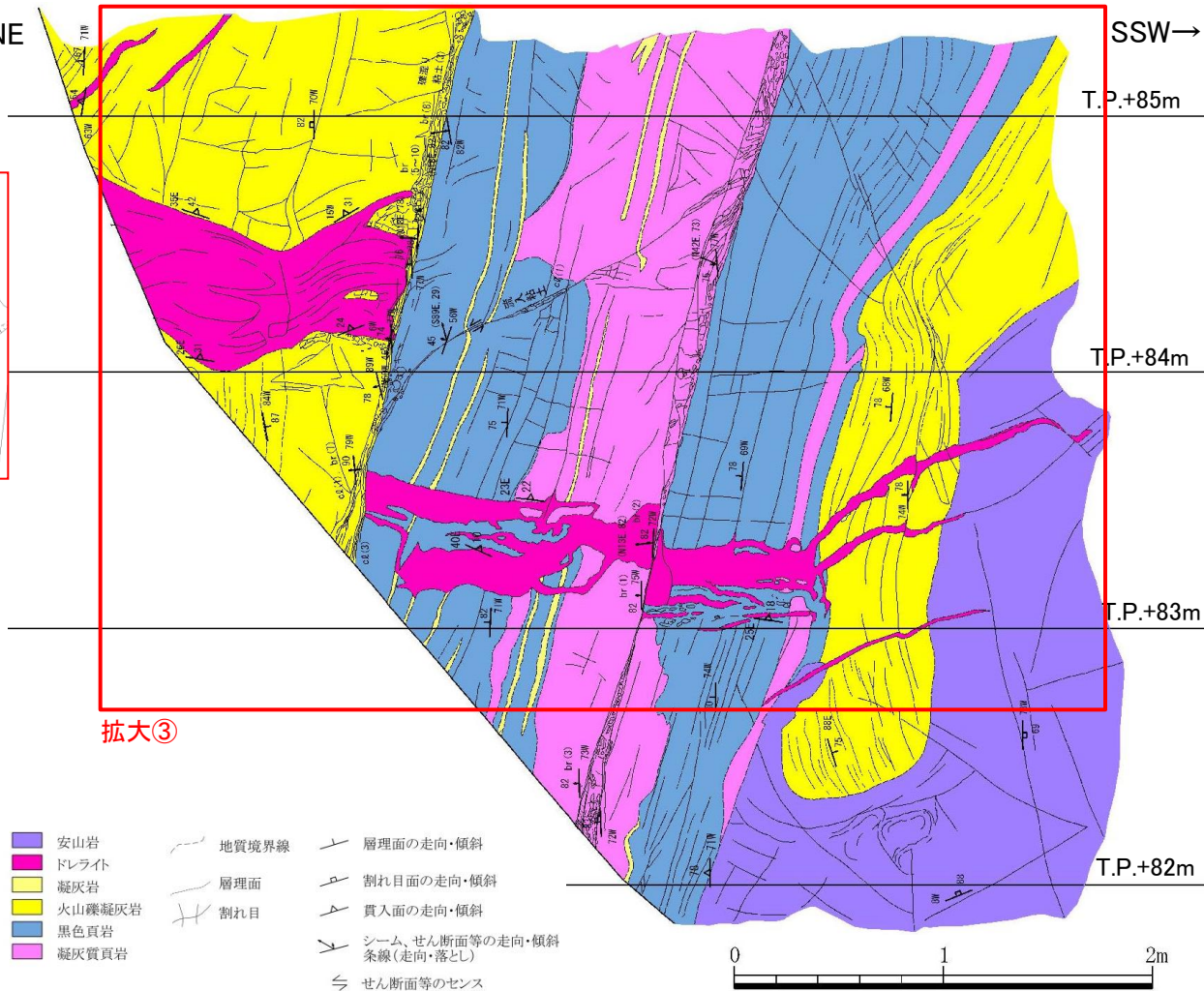


- | | |
|--------|------|
| 崖堆積物 | 被覆層 |
| 安山岩 | |
| ドレライト | 貫入岩類 |
| 凝灰角礫岩 | |
| 火山礫凝灰岩 | 成相寺層 |
| 凝灰岩 | |
| 凝灰質頁岩 | |
| 黒色頁岩 | |

ボーリングNo.

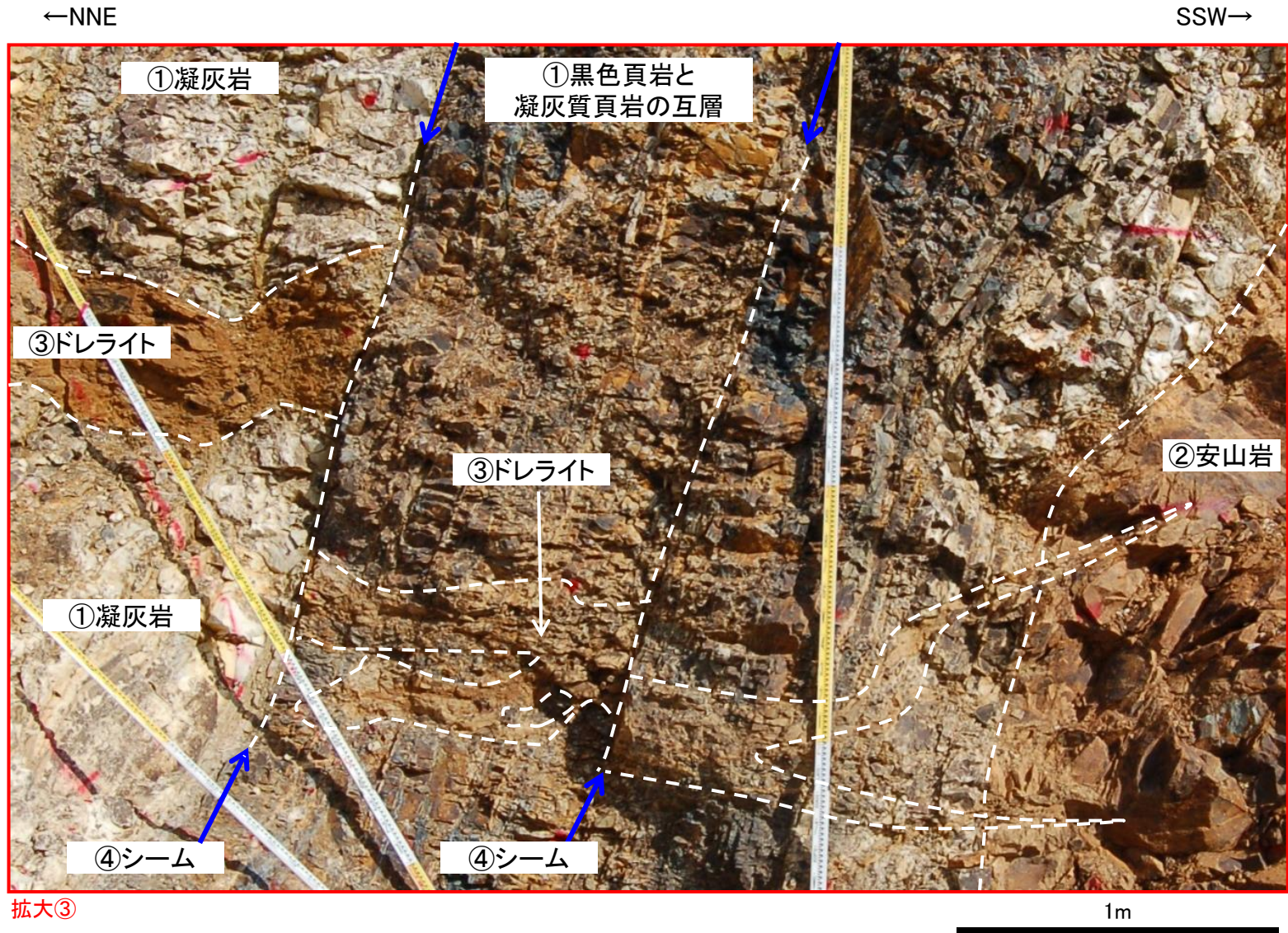
ボーリング位置
(破線は投影)

3号調査時のボーリングに基づく地質断面図(南北)



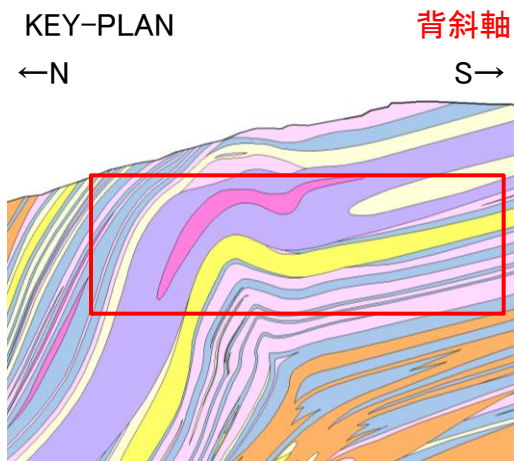
過褶曲北側 北北東-南南西の法面のスケッチ図

・ドレライトは安山岩に脈状に貫入している。
 ・シームはドレライトを切断しており、その変位方向は逆断層センスである。
 以上のことから、安山岩の貫入、ドレライトの貫入、層面すべりによるシームの形成・ドレライトの切断の順であり、安山岩貫入後も褶曲運動は続いていたと考えられる。



シームがドレライトを逆断層センスに切断する箇所の現地写真

(参考) 過褶曲部とシームの形成過程 (イメージ)

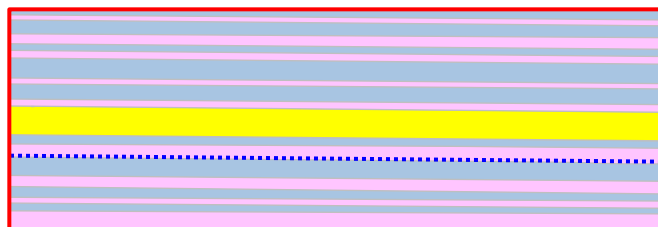


背斜軸▼

S→

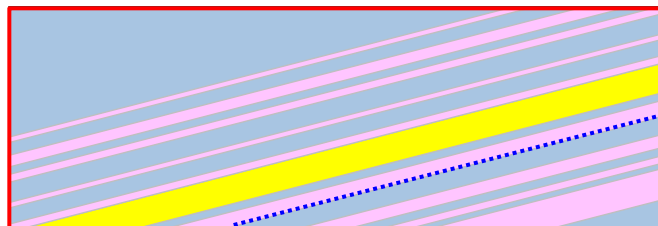
←N

- | | |
|--------|------|
| 崖錐堆積物 | 被覆層 |
| 安山岩 | 貫入岩類 |
| ドレライト | |
| 凝灰角礫岩 | 成相寺層 |
| 火山礫凝灰岩 | |
| 凝灰岩 | |
| 凝灰質頁岩 | |
| 黒色頁岩 | |



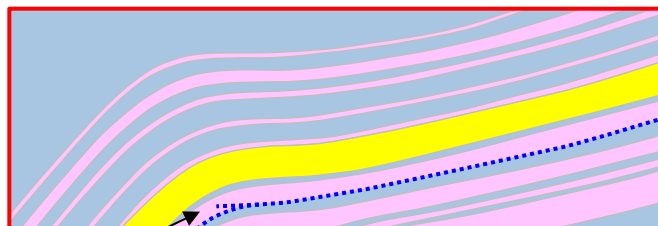
【ステージ1】

- ・15Ma頃、深海域において、泥、火山灰等が堆積する層境界等には、凝灰質な薄層が堆積する。(青点線部分)



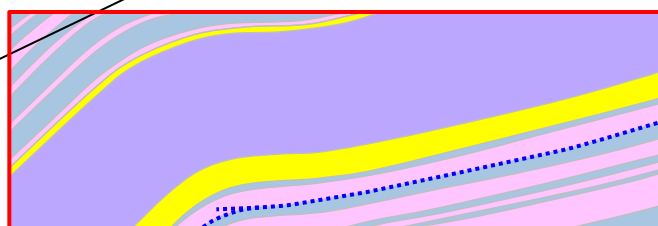
【ステージ2】

- ・概ね同時期から、南北圧縮応力による褶曲運動が開始し、地層がゆるやかに傾斜し始める。



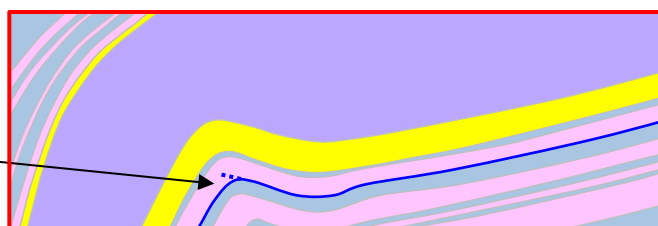
【ステージ3】

- ・未固結～半固結状態において、海底地すべり等による変形が生じ、スランプ褶曲が形成される。
- ・2号増設時の法面北側においても、同時期にスランプ褶曲が形成されたと考えられる。



【ステージ4】

- ・14Ma頃、安山岩がスランプ褶曲の構造沿いに貫入する。



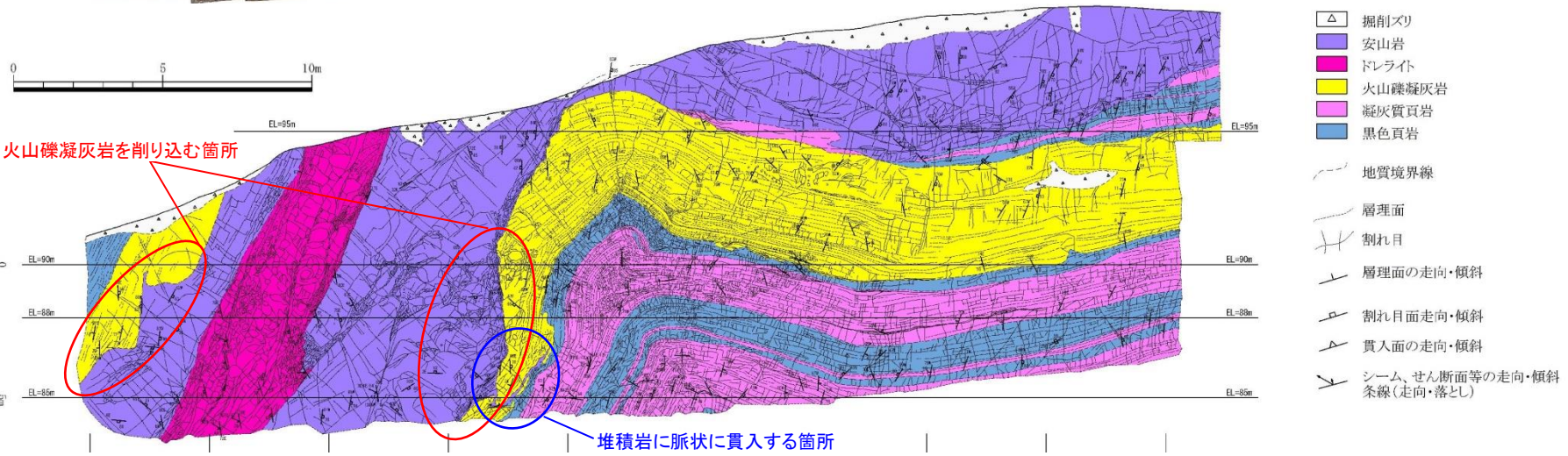
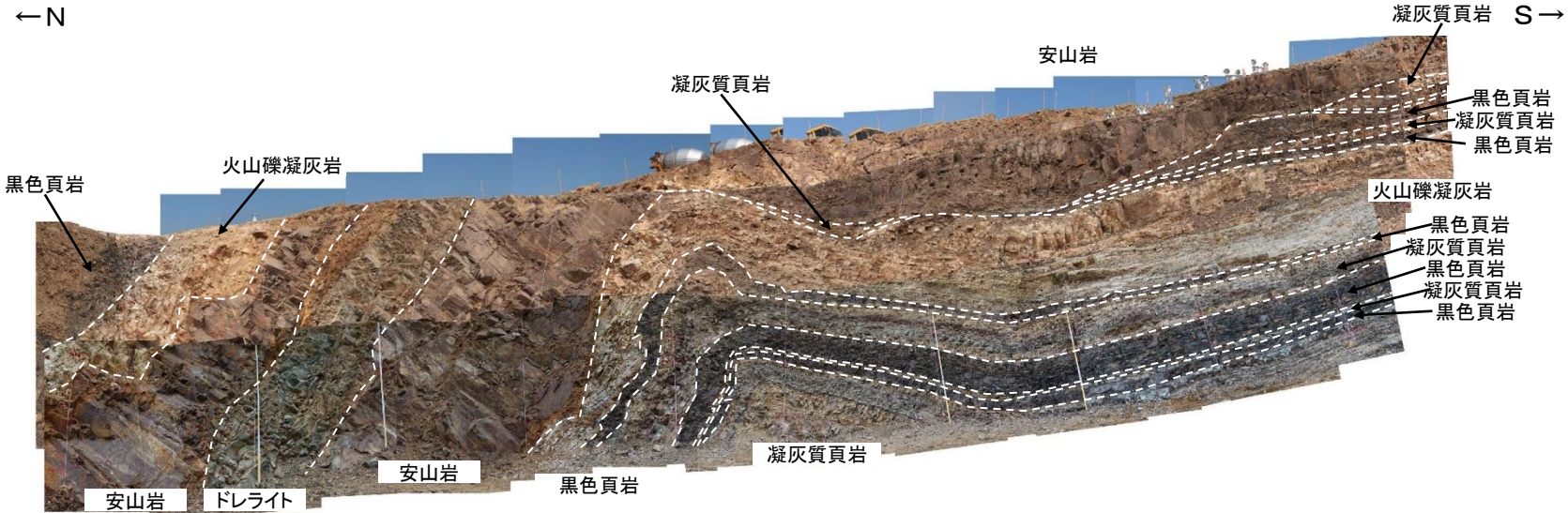
【ステージ5】

- ・南北圧縮応力場において、固結が進む過程においても変形が進展し、固結度が高い層では脆性的な変形(層理に直交する節理等)が生じるとともに、過褶曲構造が形成される。
- ・凝灰質な薄層の一部が層面すべりにより粘土化し、シームが形成される。
- ・6Ma頃までに、南北圧縮応力による褶曲運動が完了する。

地すべり等の変形により、局所的に単層の食違いが生じる

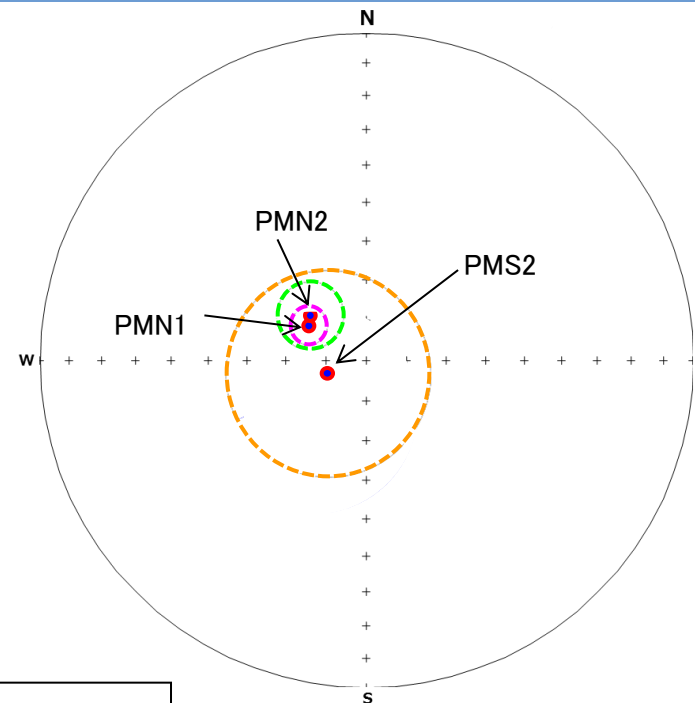
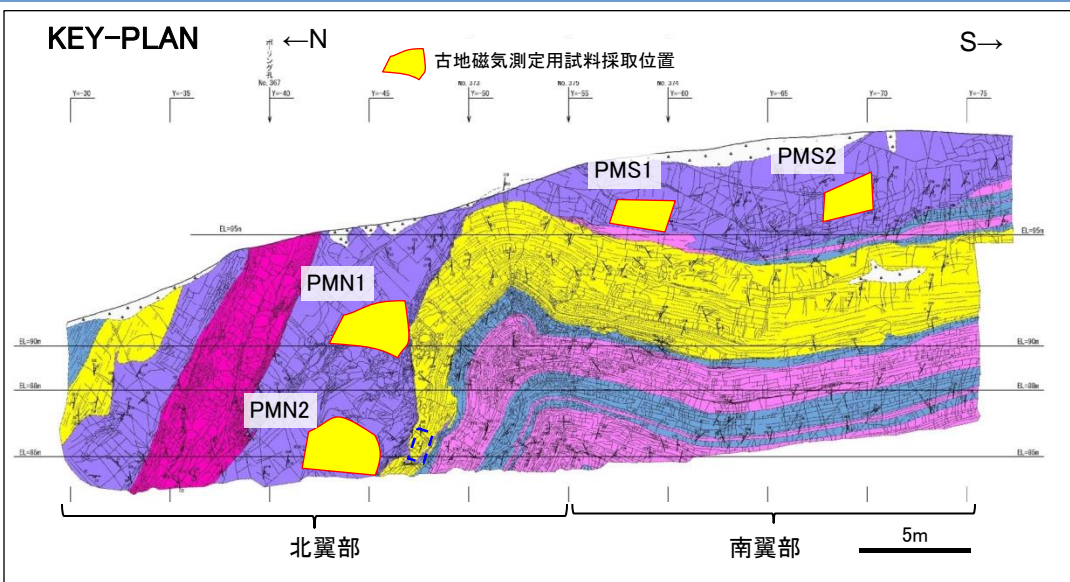
層面すべりにより、食違い部分を除くシーム層準が選択的に粘土化する

4. シームの活動性 (1)シームの成因 ②過褶曲とシームの形成過程 (参考)地質調査結果(安山岩の性状)



- ・安山岩は、周囲の火山礫凝灰岩を一部削り込みながら、過褶曲の構造沿いに湾曲して貫入している。
- ・一部、堆積岩に脈状に貫入する箇所も認められる。
- ・貫入後の冷却に伴う柱状節理が認められるが、凝灰質頁岩等の堆積岩中に認められる過褶曲軸付近に密集する節理と同様の節理は認められない。

4. シームの活動性 (1)シームの成因 ②過褶曲とシームの形成過程
 (参考)地質調査結果(古地磁気測定結果)



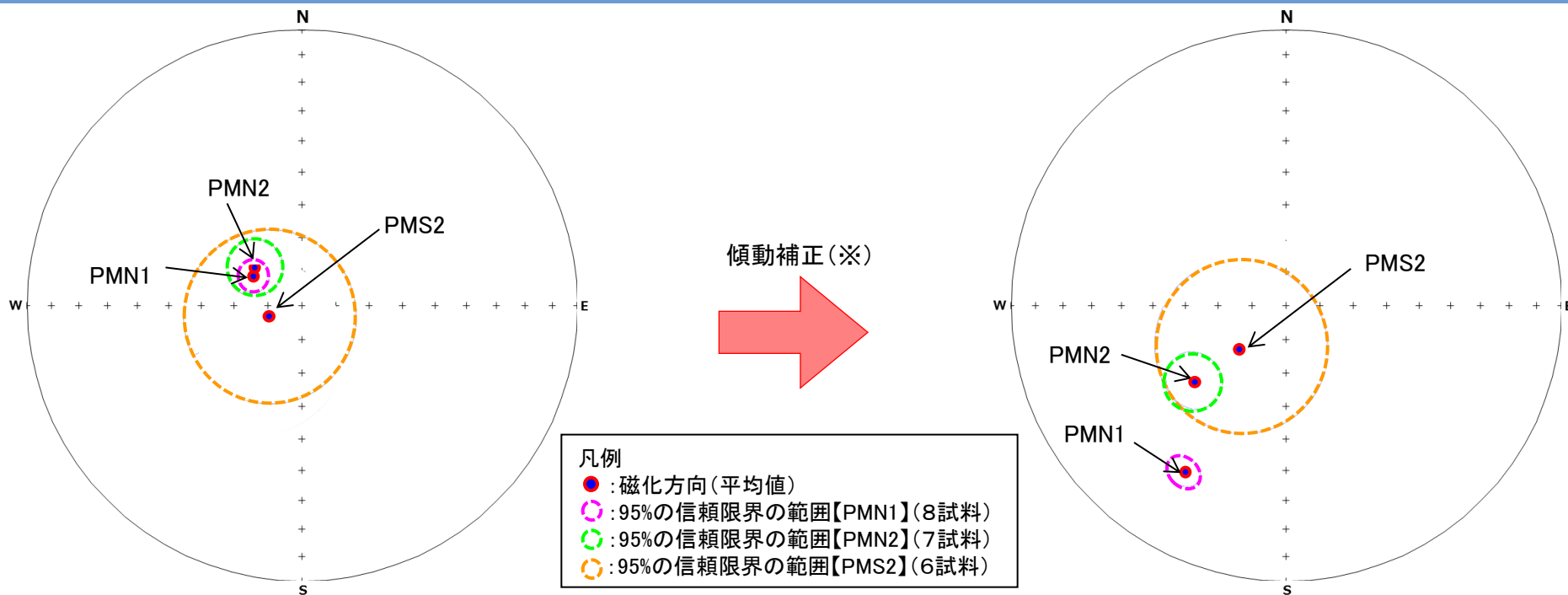
- 凡例
- : 磁化方向(平均値)
 - : 95%の信頼限界の範囲【PMN1】(8試料)
 - : 95%の信頼限界の範囲【PMN2】(7試料)
 - : 95%の信頼限界の範囲【PMS2】(6試料)

安山岩における磁化方向のステレオネット(上半球投影)

※ PMS1は、10試料のうち8試料の自然残留磁化強度が低いことから、測定対象から除外した。

・安山岩への褶曲運動等の影響の有無を検討するため、安山岩中の岩石試料を採取し、古地磁気測定を行った。
 ・古地磁気測定用試料は、北翼部で2箇所(PMN1, PMN2)、南翼部で2箇所(PMS1, PMS2)、1箇所あたり10試料を採取した。
 ・古地磁気を測定した結果、その磁化方向は、北翼部及び南翼部で概ね同様である。

4. シームの活動性 (1)シームの成因 ②過褶曲とシームの形成過程
 (参考)地質調査結果(古地磁気測定結果)



傾動補正前の磁化方向のステレオネット(上半球投影)

傾動補正後の磁化方向のステレオネット(上半球投影)

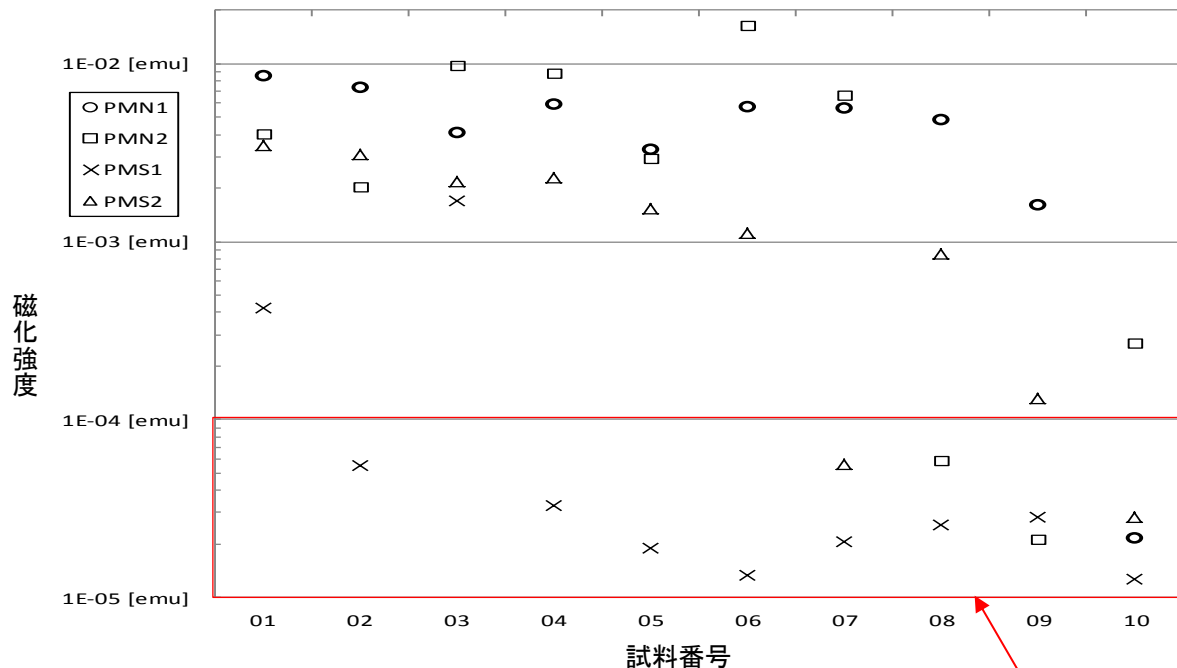
※ 傾動補正(小玉(1999)⁽¹¹⁾)

磁化方向を層理面に対して固定したまま、地層を水平に戻す補正のことであり、以下の手順により行う。

- ①各試料採取地点近傍の堆積岩の層理面の走向・傾斜から、過褶曲のプランジ角を求め、プランジ角がゼロとなるように磁化方向を補正する。
- ②各試料採取地点近傍の堆積岩の層理面の走向・傾斜から、当該層理面が水平面となるように磁化方向を補正し、地層が水平なときの磁化方向を復元する。

・安山岩貫入後に過褶曲部の構造が形成されたと仮定し、安山岩貫入時の磁化方向を傾動補正により求めた結果、傾動補正前の磁化方向の方が一方向にまとまっている。

現地写真安山岩の性状及び古地磁気測定結果より、安山岩は、大規模な変形を受けていないことから、過褶曲の原型となるスランプ褶曲が概ね形成された後に貫入したと考えられる。
 過褶曲北側の法面の観察結果より、安山岩貫入後も褶曲運動は続き、シームや過褶曲が形成されたと考えられる。



各試料の自然残留磁化強度

段階熱消磁における磁化方向の測定結果

地点		温度範囲(°C)	偏角(°)	伏角(°)	試料数
北翼側	PMN1	100°C-260°C	62.5	71.8	9
		420°C-580°C	-59.3	-73.2	8
北翼側	PMN2	100°C-260°C	18.8	57.9	7
		420°C-580°C	-51.7	-72.0	7
南翼側	PMS1	残留磁化強度が低いため測定対象から除外			
	PMS2	100°C-420°C	62.0	72.8	8
		420°C-580°C	-109.1	-79.6	6

高温側の磁化方向を採用

磁力計の定量下限値(1×10^{-5})のオーダーの試料は評価対象から除外

- ・南翼部で試料採取したPMS1については、10試料中8試料の残留磁化強度が 1×10^{-4} emu以下であり、測定対象から除外した。
- ・二次的に獲得した磁化を消磁して初生磁化を取り出すため、段階熱消磁を実施しており、二次的な磁化が消磁された高温側の磁化方向を採用している。

まとめ

[既往地質調査結果]

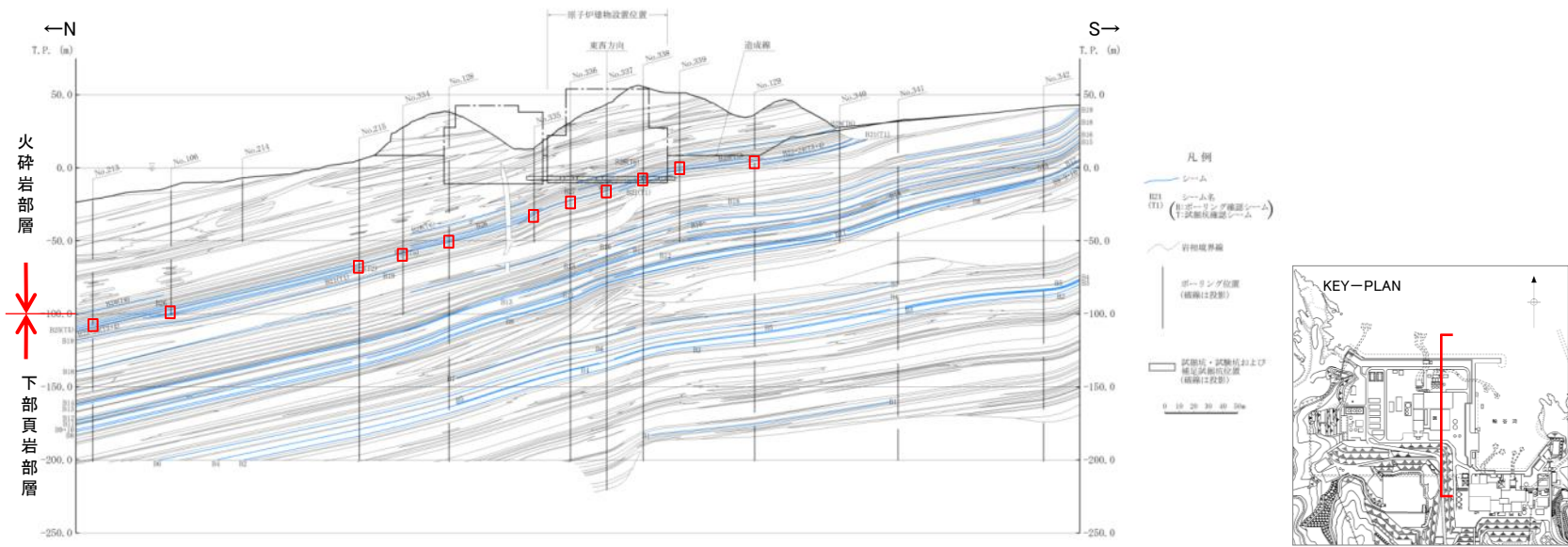
- ・ボーリング調査の結果、背斜軸の北側において、過褶曲部が確認された。
- ・2号炉増設に係る敷地造成時の法面写真では、ボーリング調査において確認された過褶曲部や、さらに北側に過褶曲と思われる構造が認められるが、両者の下位の地層はゆるやかな傾斜を示し、深部まで続く断層は認められない。
- ・上記二つの構造の褶曲の軸面は、北傾斜及び南傾斜を示すことから、これらの構造の変形の開始時期は、未固結～半固結時と考えられる。

[新規に掘削した法面の観察結果]

- ・新規に掘削した法面には過褶曲が認められ、その地質・地質構造は、ボーリング調査結果に基づく地質断面図と概ね整合している。
- ・頁岩層等の層厚変化が認められること等から、変形の開始時期は未固結～半固結時であると考えられる。
- ・凝灰質頁岩中の流動的な変形が認められる部分には、B18シーム層準が食い違ってY分岐する正断層センスと、N字型変形及び覆瓦状構造から成る逆断層センスが認められる。B18シーム層準の食違い部は粘土化していないことから、南北圧縮応力に伴う褶曲運動により、凝灰質頁岩の層理に沿う部分のみ、シームが形成されたと考えられる。
- ・B18シームの条線は概ね南北方向を示し、南北圧縮応力場に伴う褶曲運動に調和的である。
- ・過褶曲法面北端部に認められるドレライト岩脈は、シームによって切られており、その変位方向は逆断層センスである。

以上のことから、過褶曲は、断層を示唆する構造ではなく、南北圧縮応力に伴う褶曲運動の開始後に、未固結～半固結時に地すべり等の変形によりスランプ褶曲が形成され、その後、固結が進む過程においても引き続き南北圧縮応力に伴う変形が進展して形成されたものと考えられる。

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 B23シームの類似性(ボーリングコアの観察, 南北方向)

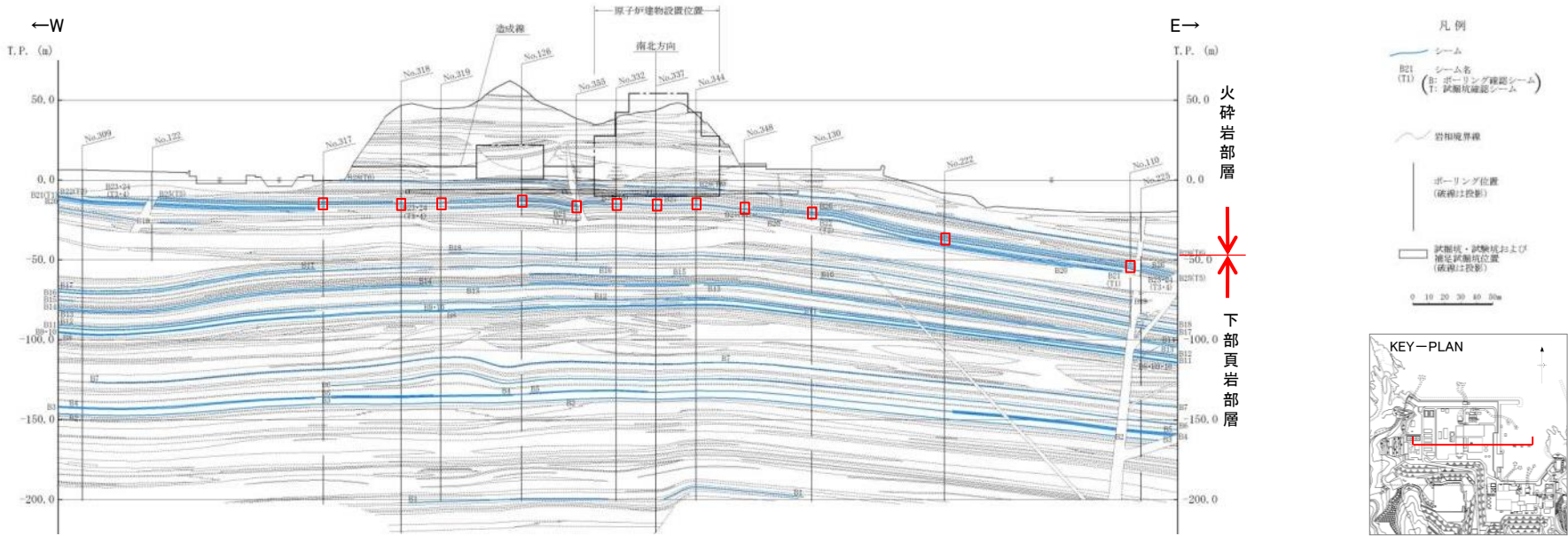


北から順に→

<p>No. 213</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →1.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>N21° W55° E</p>	<p>No. 106</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →3.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N78° W14° N</p>	<p>No. 215</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →3.2cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N84° E16° N</p>	<p>No. 334</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →3.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N42° E16° NW</p>	<p>No. 128</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →2.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N86° E27° N</p>	<p>No. 335</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →2.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p>
<p>No. 336</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →1.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N80° W26° N</p>	<p>No. 337</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →3.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N84° W24° N</p>	<p>No. 338</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →0.1cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N67° W20° N</p>	<p>No. 339</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →2.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N49° W22° NE</p>	<p>No. 129</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →2.2cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N49° W9° NE</p>	

※No.129の下位は割れ目を中心に風化の影響と思われる酸化汚染を受けている。

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 B23シームの類似性(ボーリングコアの観察, 東西方向)



※走向傾斜はBTV解析による。

西から順に→

<p>No. 317</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →0.9cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N79° W11° N</p>	<p>No. 318</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →5.6cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N86° E19° N</p>	<p>No. 319</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →1.5cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N79° E29° N</p>	<p>No. 126</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →3.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>EW23° N</p>	<p>No. 355</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →3.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N74° E22° N</p>	<p>No. 332</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →1.6cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N74° W17° N</p>	<p>No. 337</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →3.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N84° W24° N</p>
<p>No. 344</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →2.5cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N78° W20° N</p>	<p>No. 348</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →3.8cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>EW14° N</p>	<p>No. 130</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →1.0cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N64° W22° N</p>	<p>No. 222</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →4.4cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N30° W13° NE</p>	<p>No. 110</p> <p>代表写真</p> <p>模式図</p> <p>凝灰質頁岩 層厚 →0.1cm</p> <p>凝灰質頁岩</p> <p>黒色頁岩</p> <p>N30° W13° NE</p>		

※No.222の下位は割れ目を中心に風化の影響と思われる酸化汚染を受けている。

・最も連続性が高いB23シームは、主に凝灰岩もしくは凝灰質頁岩を上盤とし、黒色頁岩を下盤とするシームである。
 ・褶曲軸からの距離とシーム厚さの間に関連性は見られない。

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 B23シームの単純せん断試験

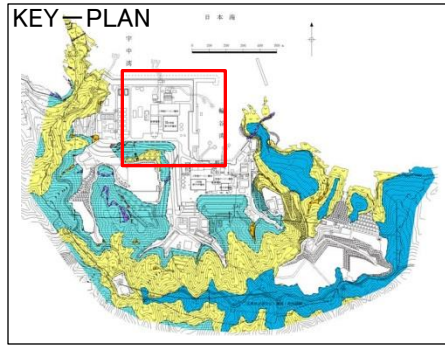


表. シームの単純試験項目等一覧表

試験項目	供試体 種別・形状	数量
静的単純 せん断試験	不攪乱試料 Φ 50 × h20mm	20供試体

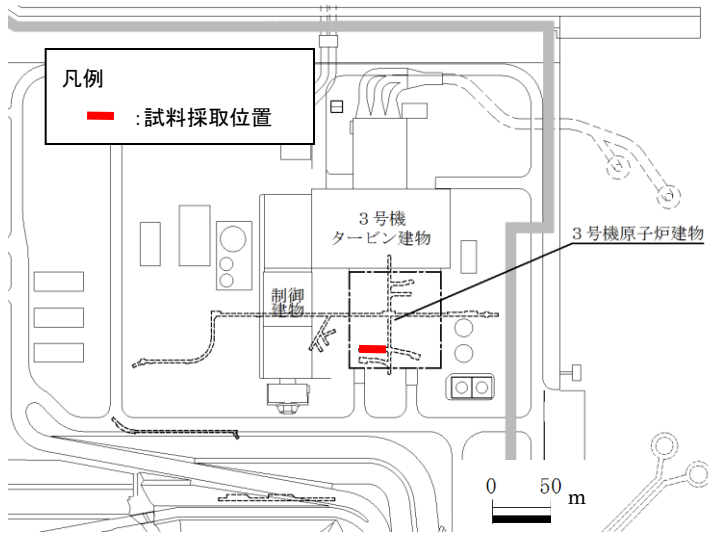


図. シームの物性試験試料採取位置図

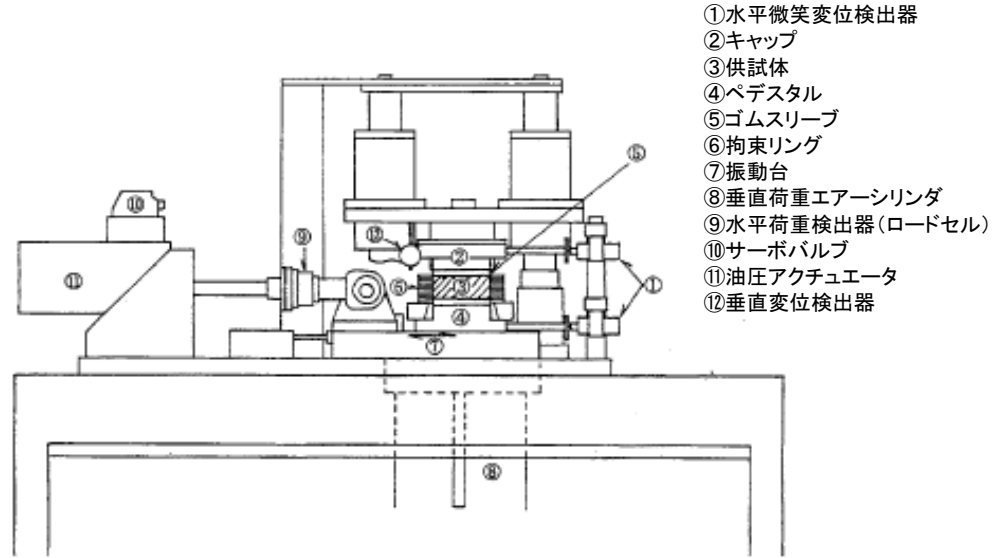


図. 単純せん断試験装置概略図

- ①水平微小変位検出器
- ②キャップ
- ③供試体
- ④ペDESTAL
- ⑤ゴムスリーブ
- ⑥拘束リング
- ⑦振動台
- ⑧垂直荷重エアースリンダ
- ⑨水平荷重検出器(ロードセル)
- ⑩サーボバルブ
- ⑪油圧アクチュエータ
- ⑫垂直変位検出器

・シームの力学特性(強度特性, 静的変形特性)の把握に当たっては, 敷地で最も連続性の高いB23シームを対象として, 3号炉試掘坑から試料を採取し, 単純せん断試験を実施した。

B23シームの単純せん断試験(試験結果:強度特性及び静的変形特性)

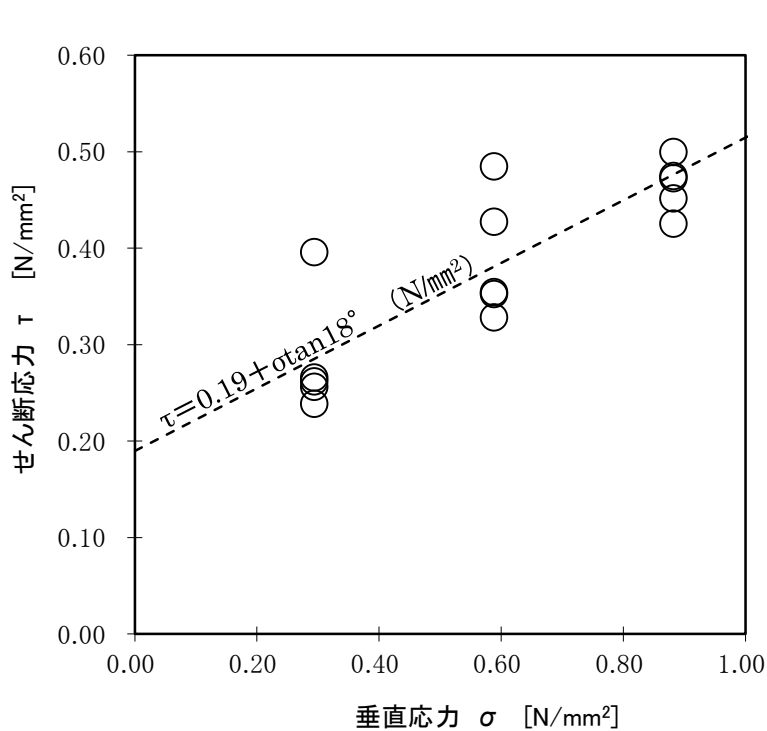


図. シームの静的単純せん断試験結果図(強度特性)

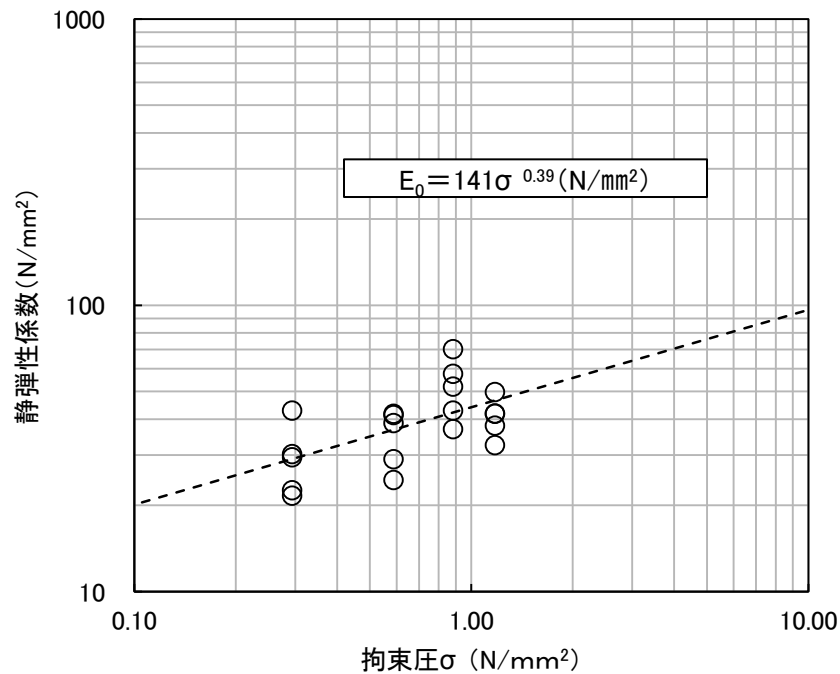
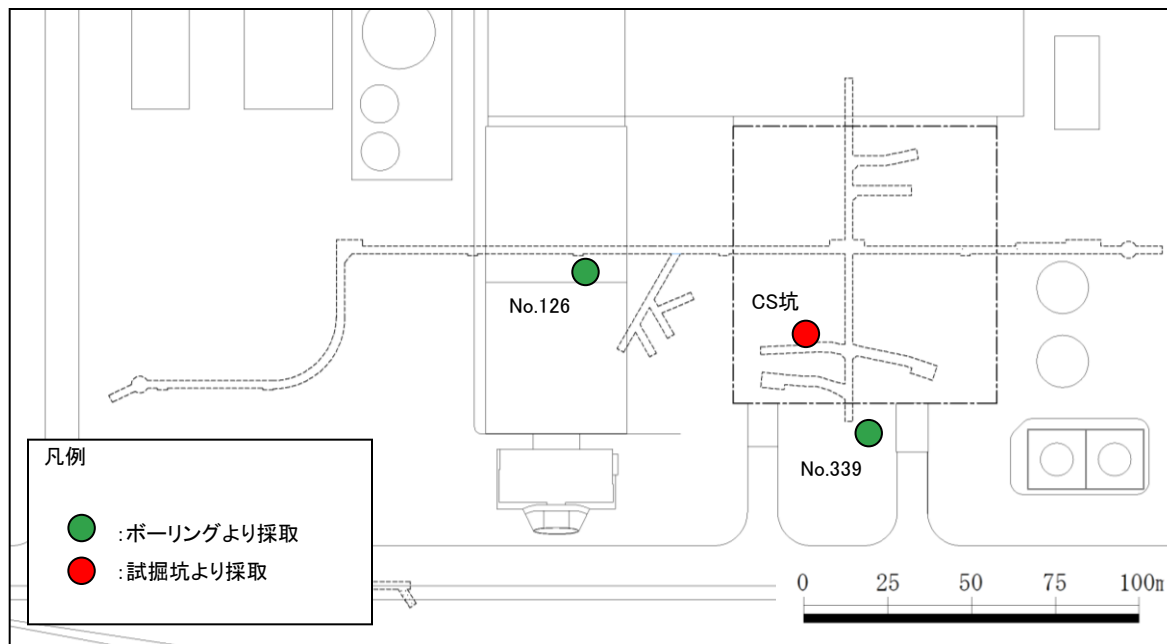


図. シームの静的単純せん断試験結果図(静的変形特性)

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性
B23シームのX線回折分析のチャート(実績総括表)



B23シーム及び周辺母岩のX線回折分析の試料採取位置図

X線回折分析 実績総括表

試料番号	試料採取位置	分析対象	X線回折分析 分析方法
CS14-X	CS坑(試掘坑)	B23シーム	<ul style="list-style-type: none"> 不定方位 定方位(無処理) 定方位(塩酸処理) 定方位(エチレンジリコール処理)
No.126-B23-u	ボーリングコアNo.126	B23シーム上盤母岩	
No.126-B23-s		B23シーム	
No.126-B23-l		B23シーム下盤母岩	
No.339-B23-u	ボーリングコアNo.339	B23シーム上盤母岩	
No.339-B23-s		B23シーム	
No.339-B23-l		B23シーム下盤母岩	

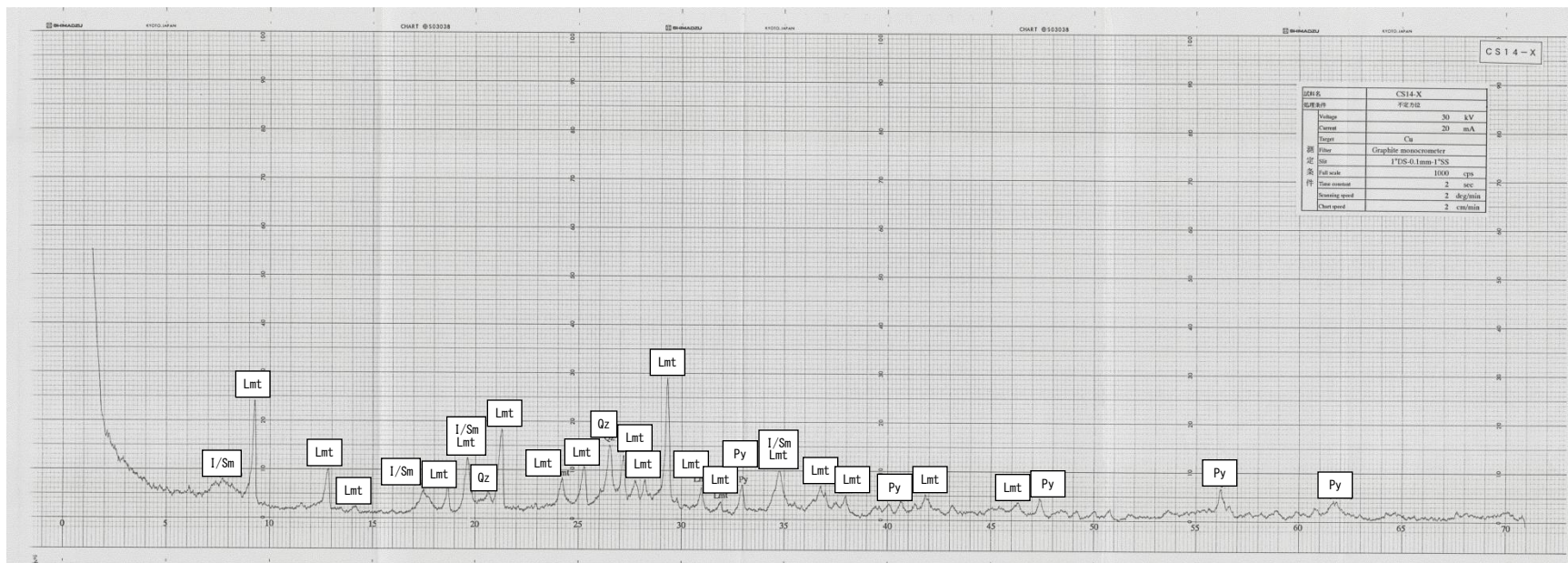
4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 X線回折分析のチャート(B23シーム, 不定方位)

凡例

[主要造岩鉱物類]	[沸石類]	[粘土鉱物]	[硫化鉱物]
Qz : 石英	Lmt : ローモンタイト	I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物	Py : 黄鉄鉱

試料名: CS14-X

Intensity (cps)



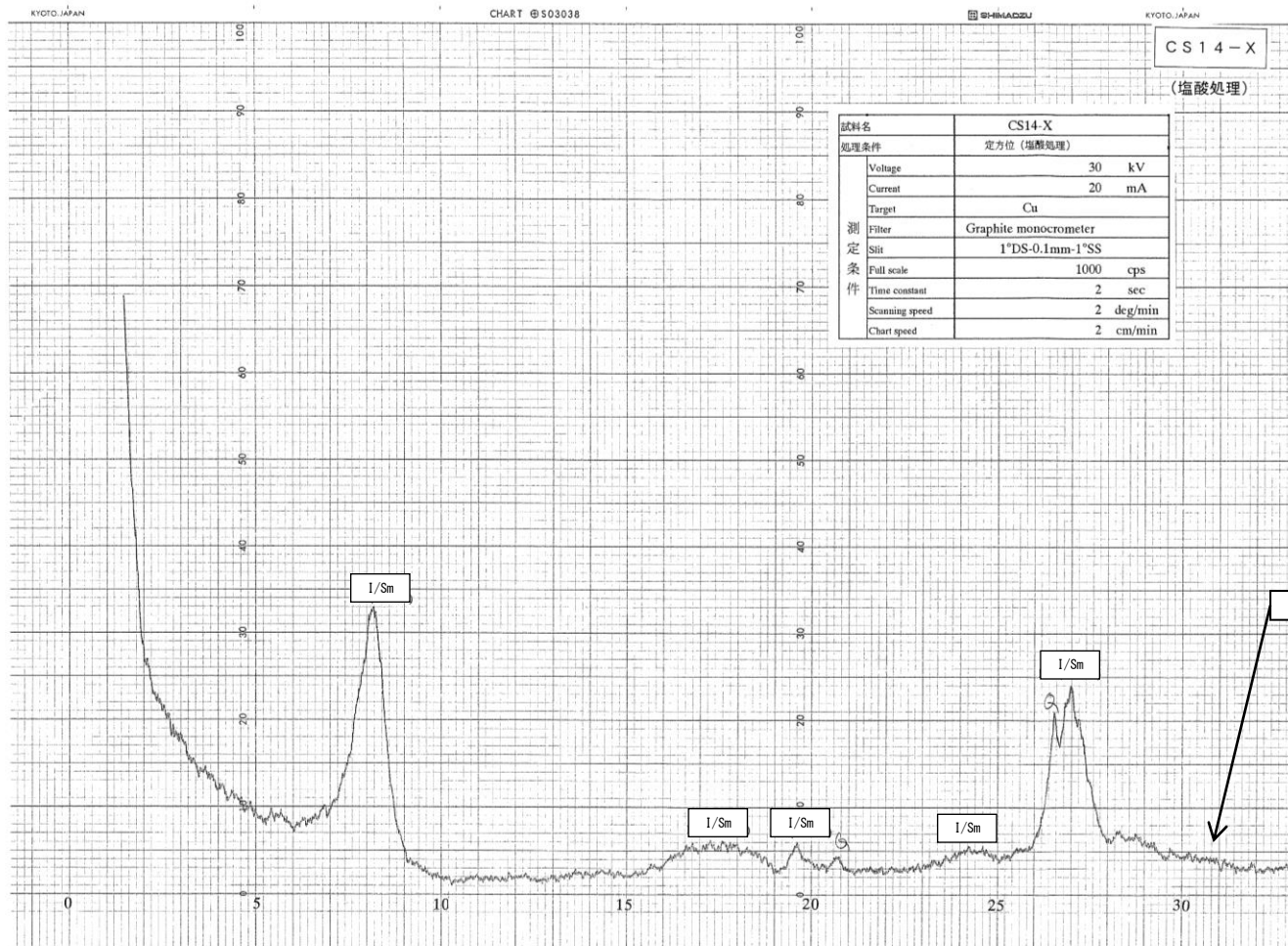
20/0 (°)

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 X線回折分析のチャート(B23シーム, 定方位)

凡例
[粘土鉱物]
I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物

試料名: CS14-X

Intensity (cps)



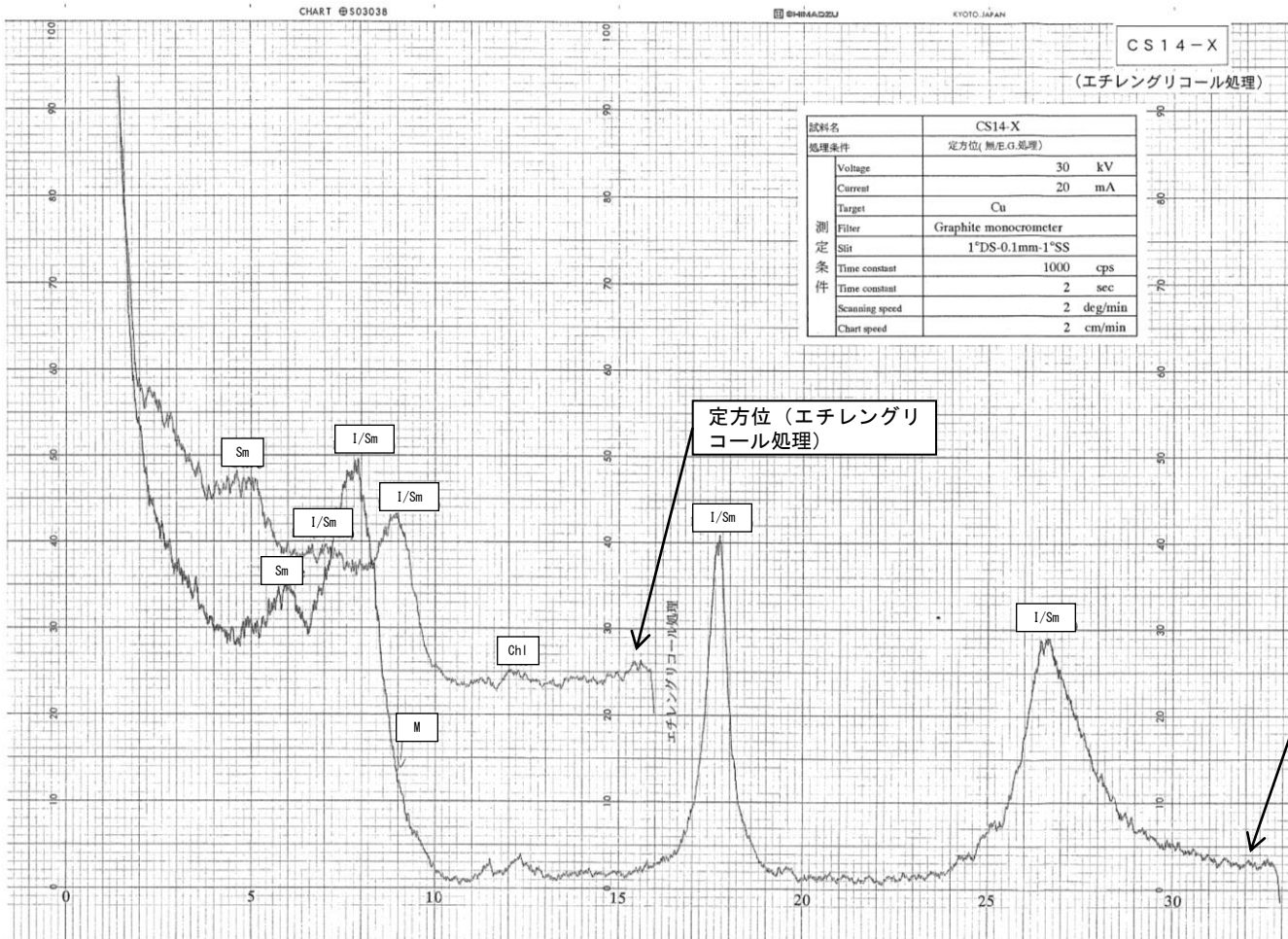
定方位 (塩酸処理)

X線回折分析のチャート(B23シーム, 定方位)

凡例
 [粘土鉱物]
 Sm : スメクタイト
 I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物
 M : 雲母類
 Chl : 緑泥石

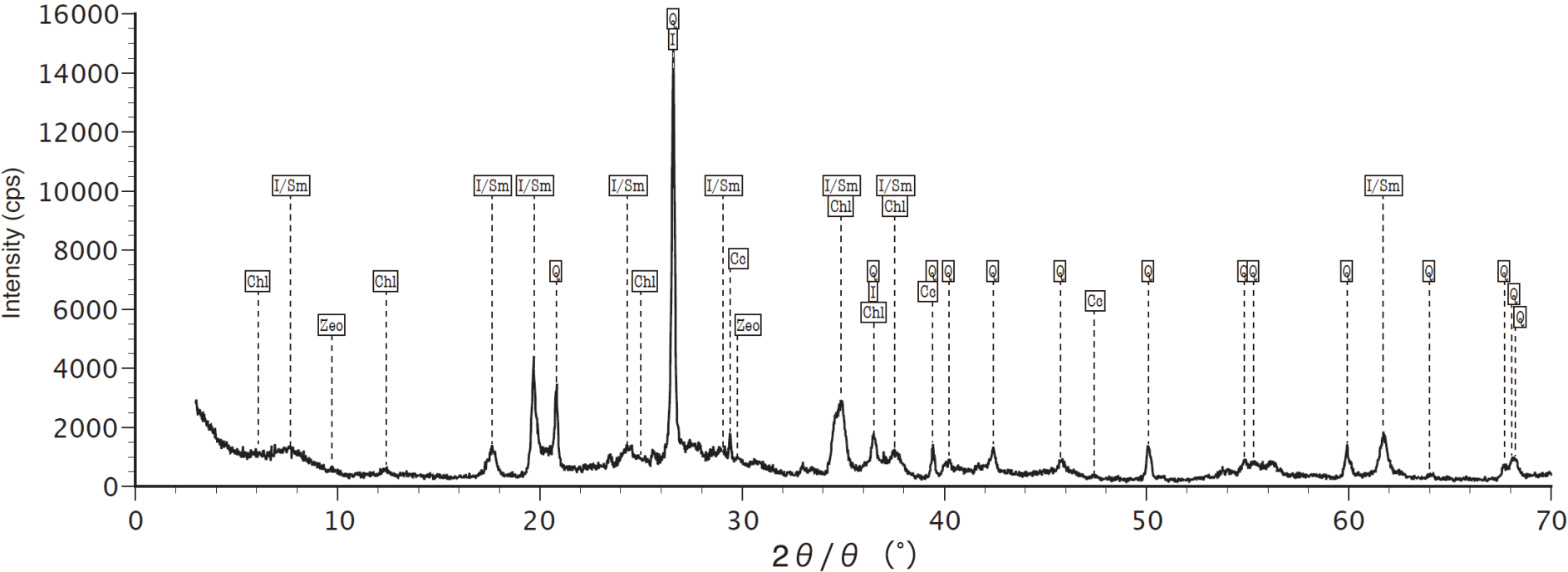
試料名: CS14-X

Intensity (cps)



4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性
X線回折分析のチャート(B23シーム上盤母岩, 不定方位)

試料名: No.126-B23-u

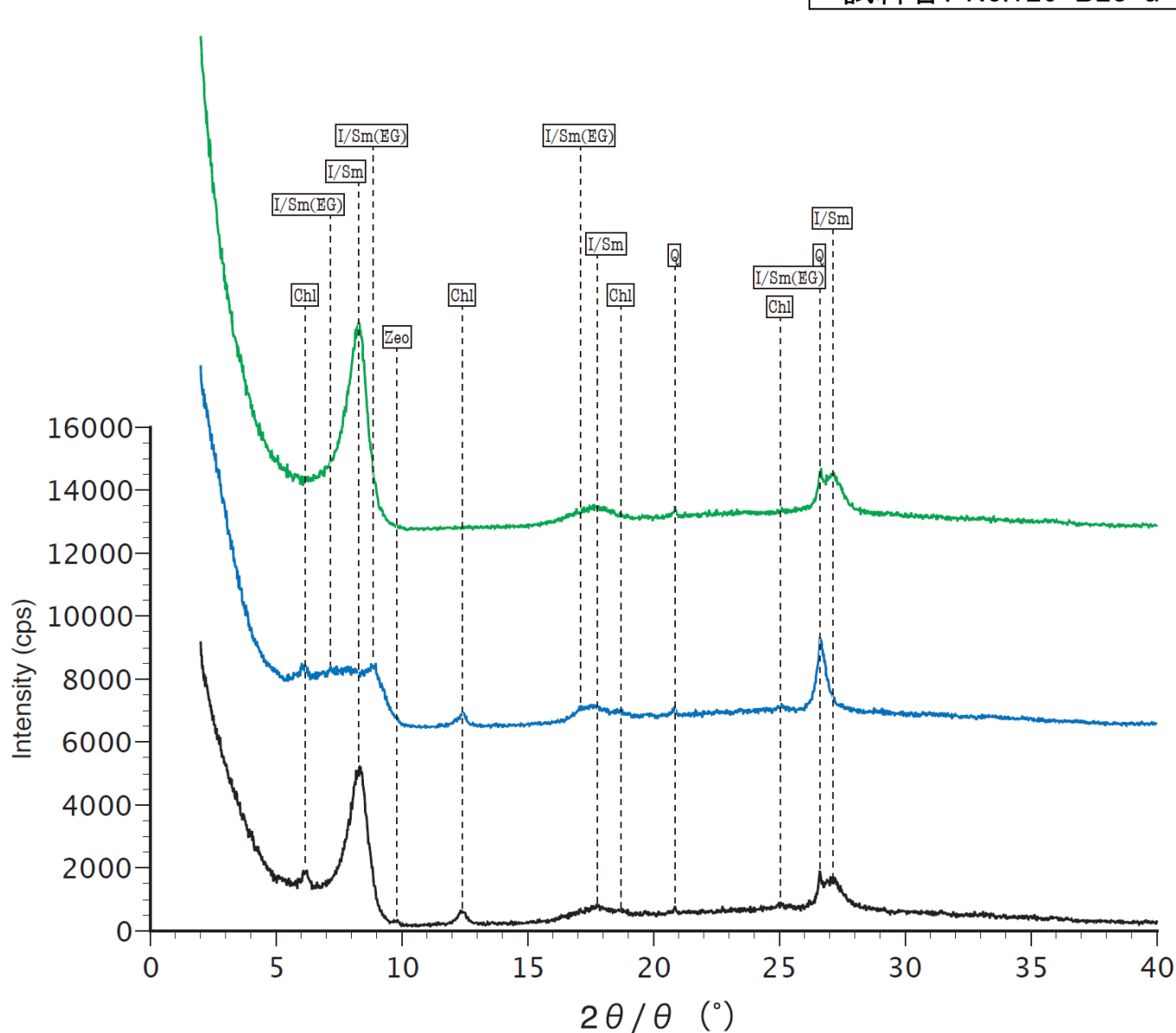


凡例	[主要造岩鉱物類]	[粘土鉱物]	[炭酸塩鉱物]	[沸石類]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	I : イライト I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物 Chl : 緑泥石	Cc : 方解石	Zeo : 沸石

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 X線回折分析のチャート(B23シーム上盤母岩, 定方位)

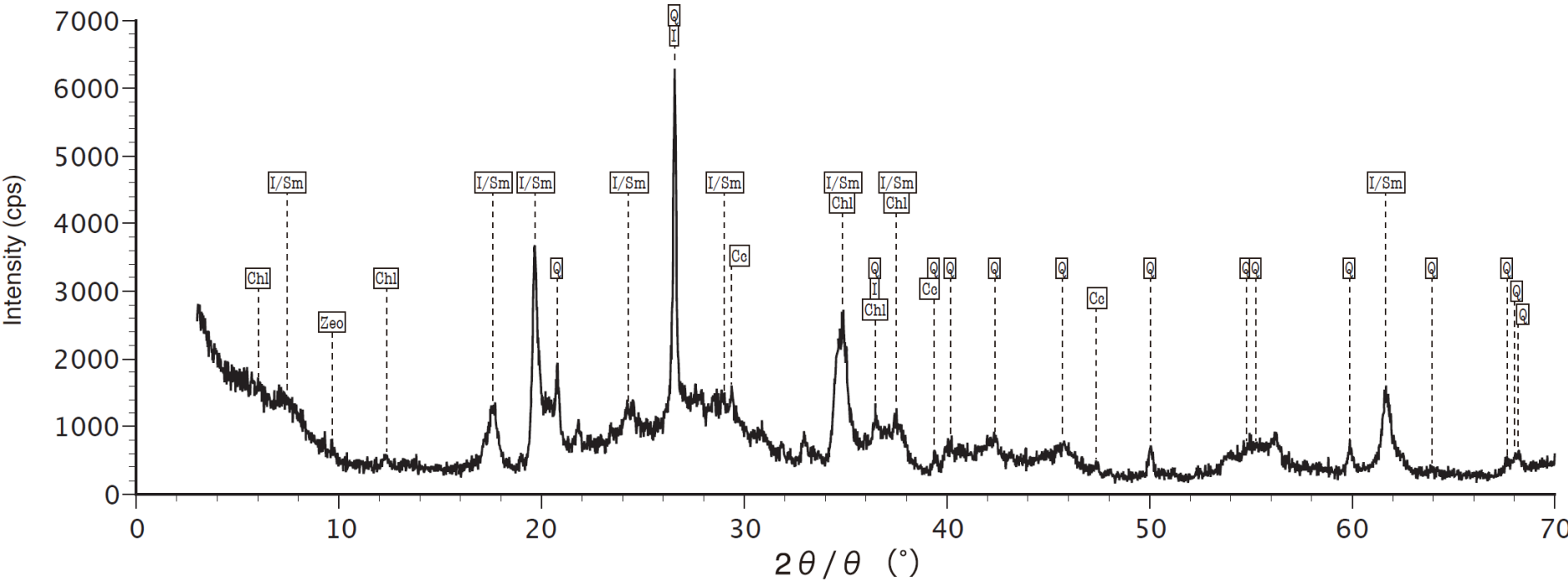
試料名: No.126-B23-u

- 凡例
- : 定方位 (無処理)
 - : 定方位 (エフレンジーリコール処理)
 - : 定方位 (塩酸処理)
- [主要造岩鉱物類]
- Q : 石英
- [粘土鉱物]
- I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物
 - I/Sm(EG) : イライト/スメクタイト混合層鉱物 (エフレンジーリコール処理後)
 - Chl : 緑泥石
- [沸石類]
- Zeo : 沸石



4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 X線回折分析のチャート(B23シーム, 不定方位)

試料名: No.126-B23-s

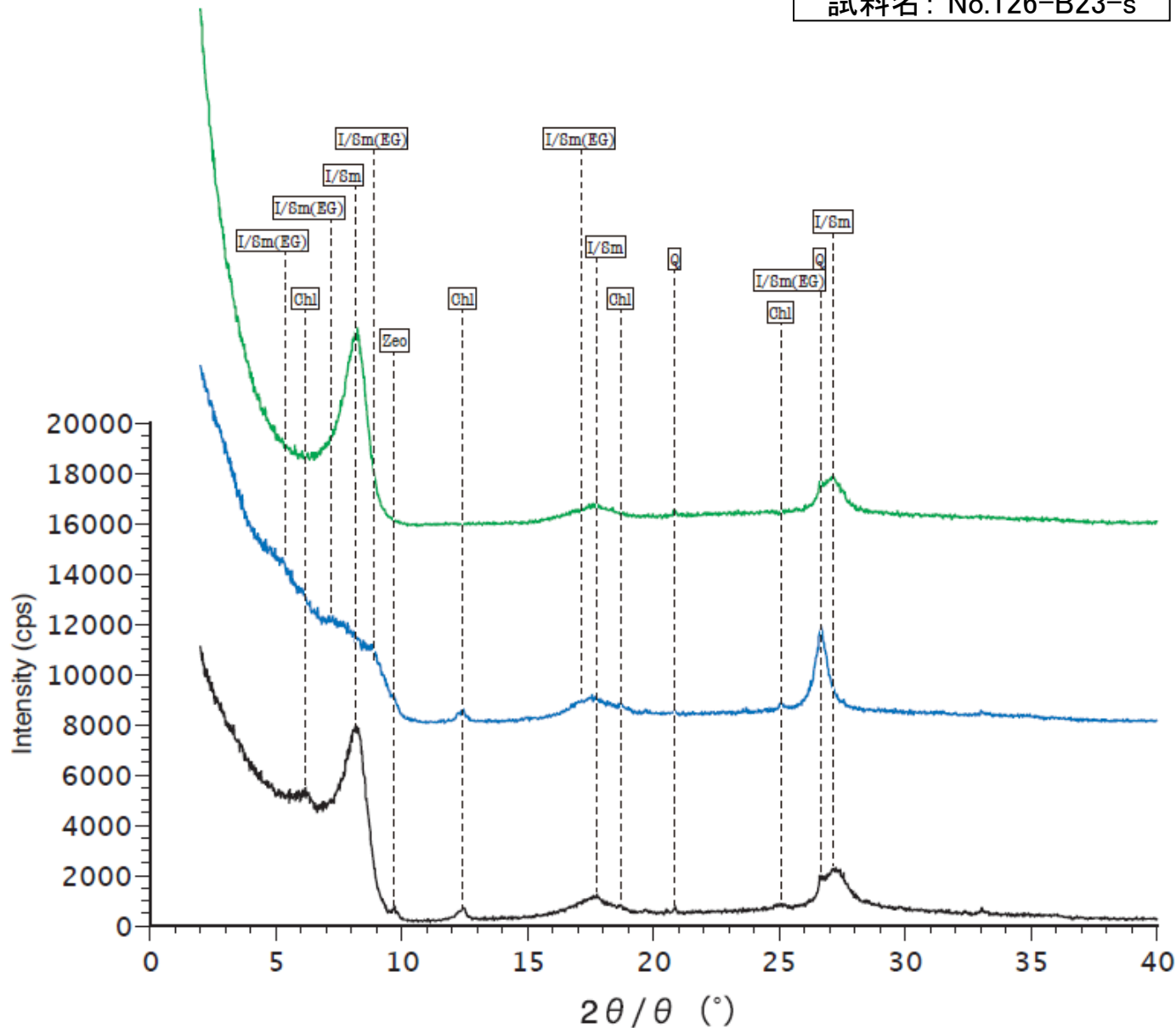


凡例	[主要造岩鉱物類]	[粘土鉱物]	[炭酸塩鉱物]	[沸石類]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	I : イライト I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物 Chl : 緑泥石	Cc : 方解石	Zeo : 沸石

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 X線回折分析のチャート(B23シーム, 定方位)

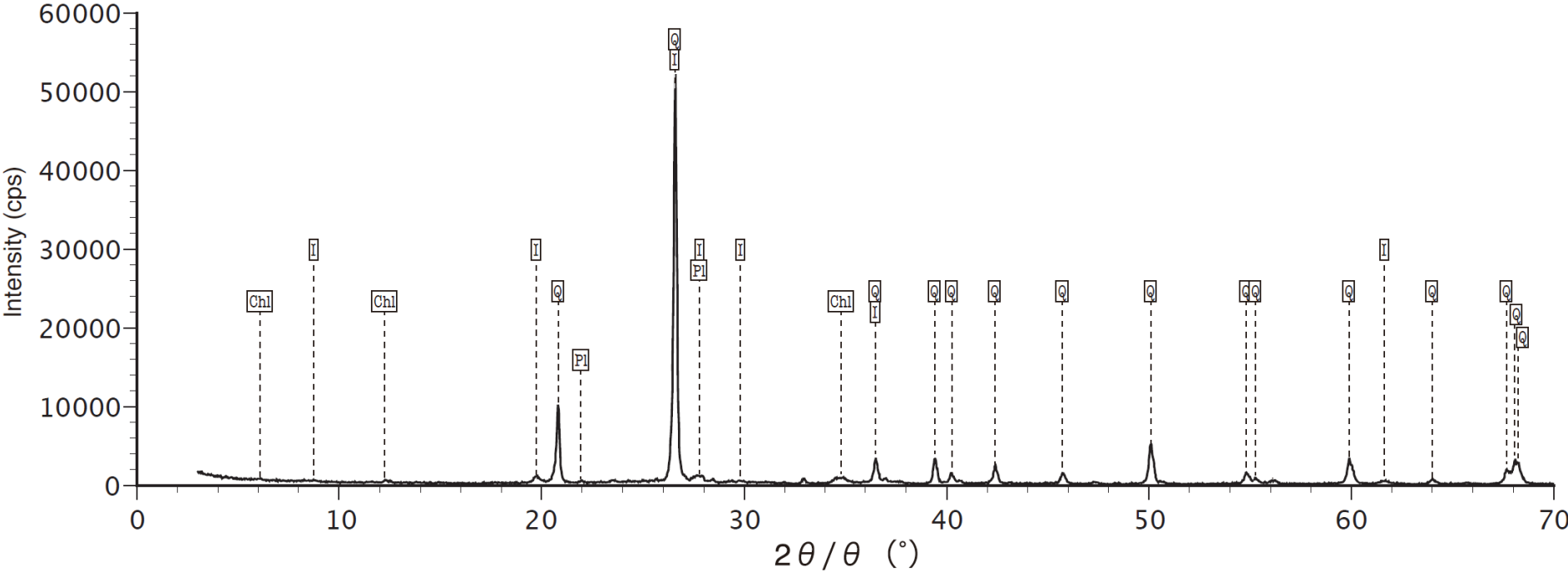
試料名: No.126-B23-s

- 凡例
- : 定方位 (無処理)
 - : 定方位 (エフレング リコール処理)
 - : 定方位 (塩酸処理)
- [主要造岩鉱物類]
- Q : 石英
- [粘土鉱物]
- I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物
 - I/Sm(EG) : イライト/スメクタイト混合層鉱物 (エフレング リコール処理後)
 - Chl : 緑泥石
- [沸石類]
- Zeo : 沸石



4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性
 X線回折分析のチャート(B23シーム下盤母岩, 不定方位)

試料名: No.126-B23-I



凡例	[主要造岩鉱物類]	[粘土鉱物]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	I : イライト
	Pl : 斜長石	Chl : 緑泥石

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 X線回折分析のチャート(B23シーム下盤母岩, 定方位)

試料名: No.126-B23-I

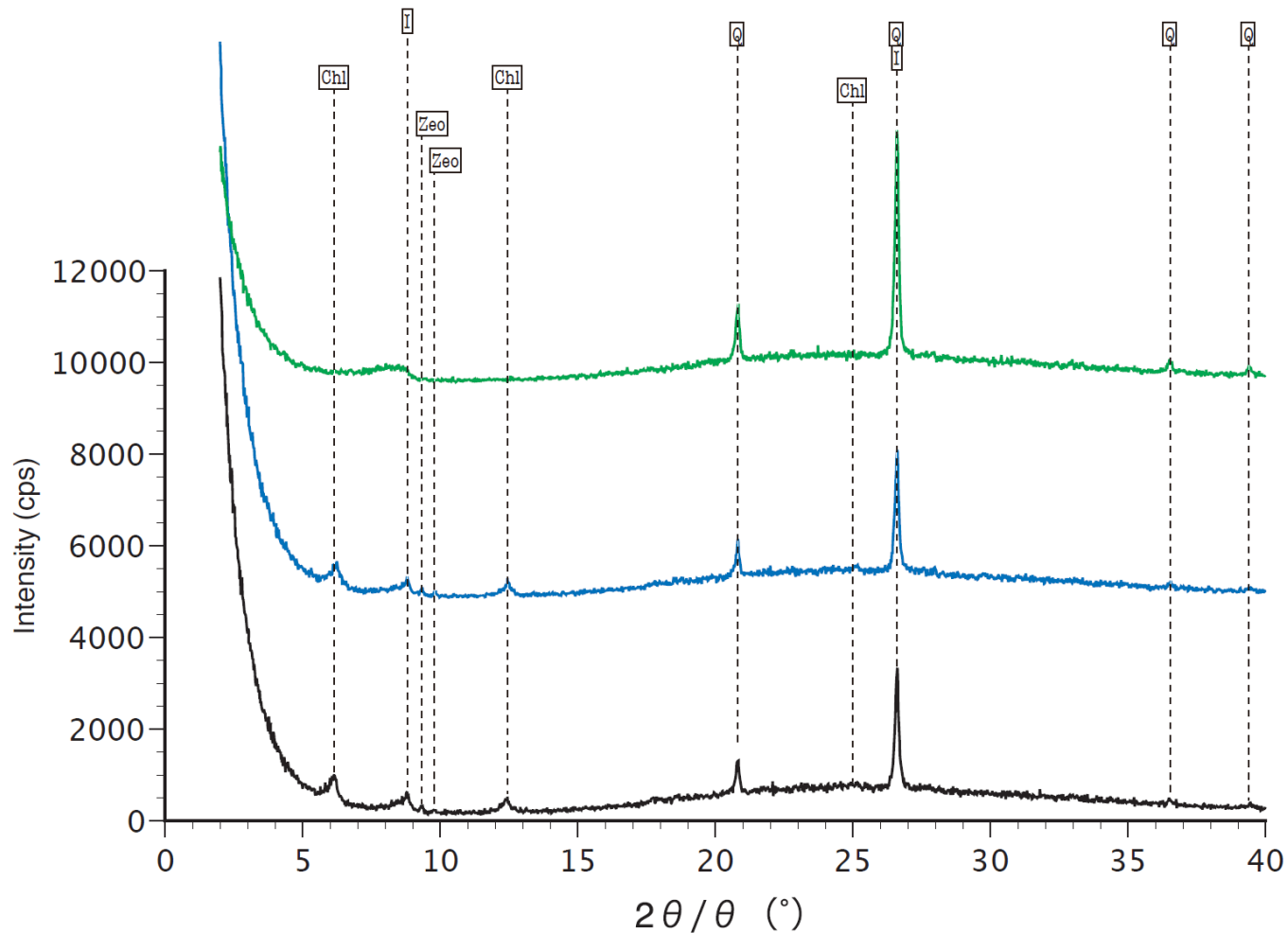
凡例

- : 定方位 (無処理)
- : 定方位 (イソングリコール処理)
- : 定方位 (塩酸処理)

[主要造岩鉱物類]
Q : 石英

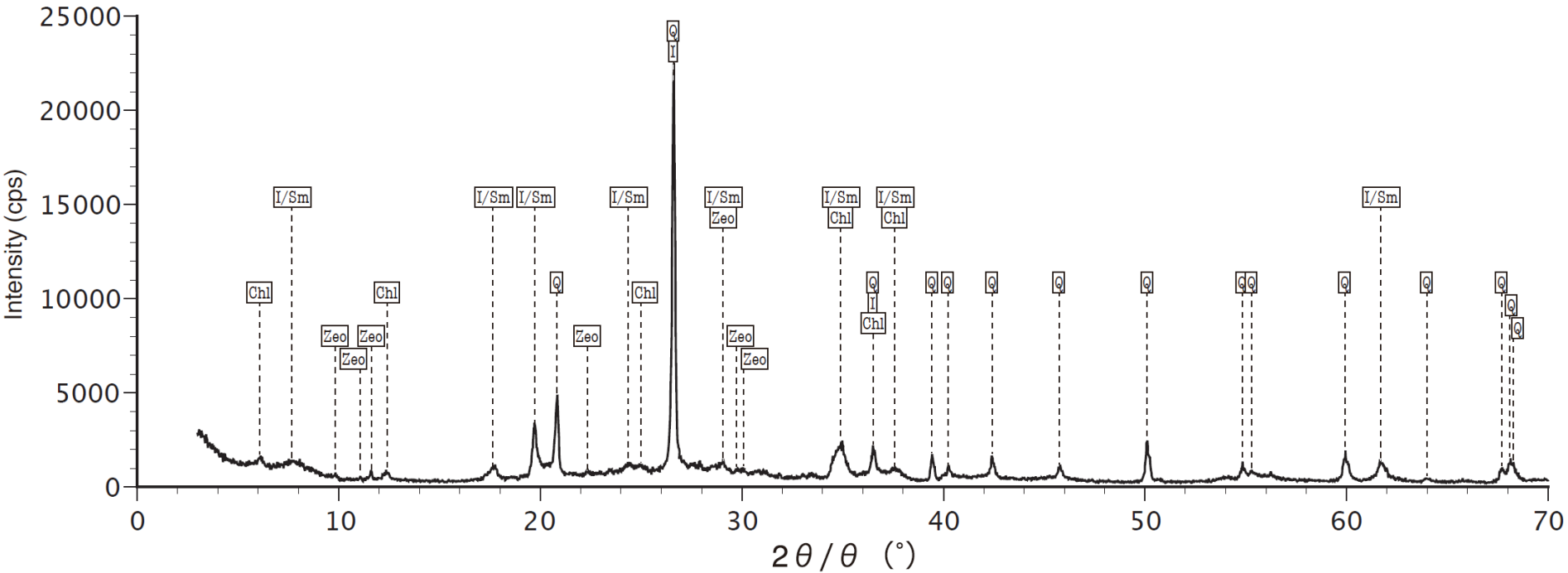
[粘土鉱物]
I : イライト
Chl : 緑泥石

[沸石類]
Zeo : 沸石



4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性
X線回折分析のチャート(B23シーム上盤母岩, 不定方位)

試料名: No.339-B23-u

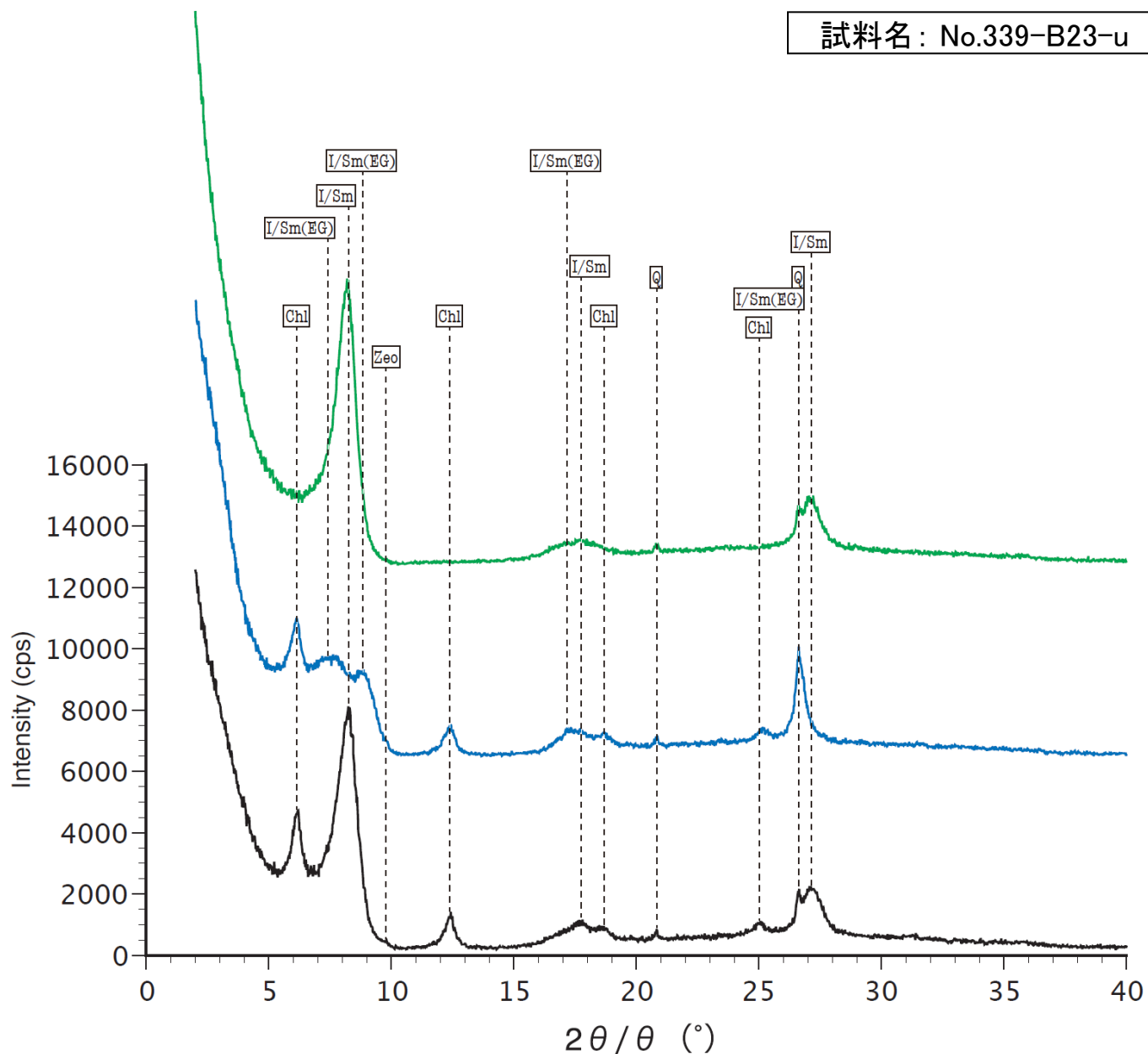


凡例	[主要造岩鉱物類]	[粘土鉱物]	[沸石類]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	I : イライト	Zeo : 沸石
		I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物	
		Chl : 緑泥石	

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 X線回折分析のチャート(B23シーム上盤母岩, 定方位)

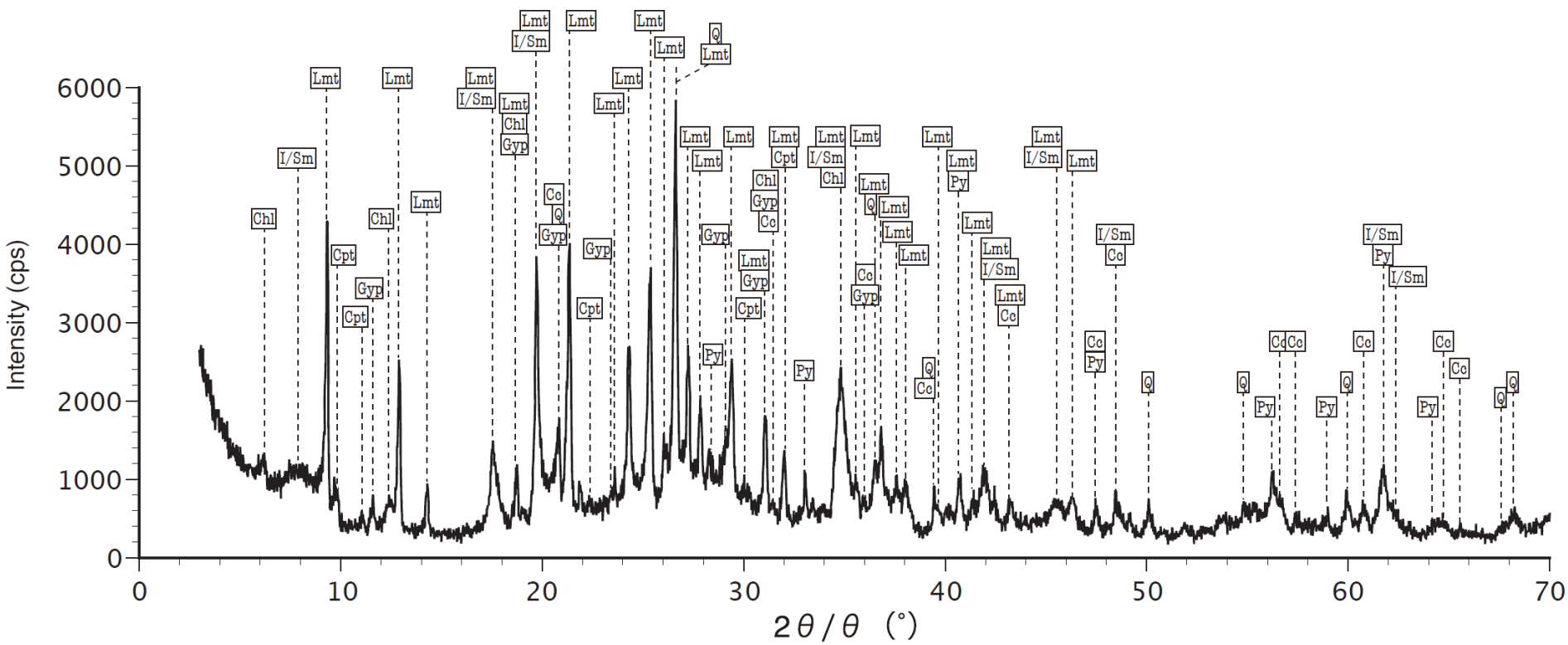
試料名: No.339-B23-u

- 凡例
- : 定方位 (無処理)
 - : 定方位 (エフレンジーリコール処理)
 - : 定方位 (塩酸処理)
- [主要造岩鉱物類]
- Q : 石英
- [粘土鉱物]
- I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物
 - I/Sm(EG) : イライト/スメクタイト混合層鉱物 (エフレンジーリコール処理後)
 - Chl : 緑泥石
- [沸石類]
- Zeo : 沸石



4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 X線回折分析のチャート(B23シーム, 不定方位)

試料名: No.339-B23-s

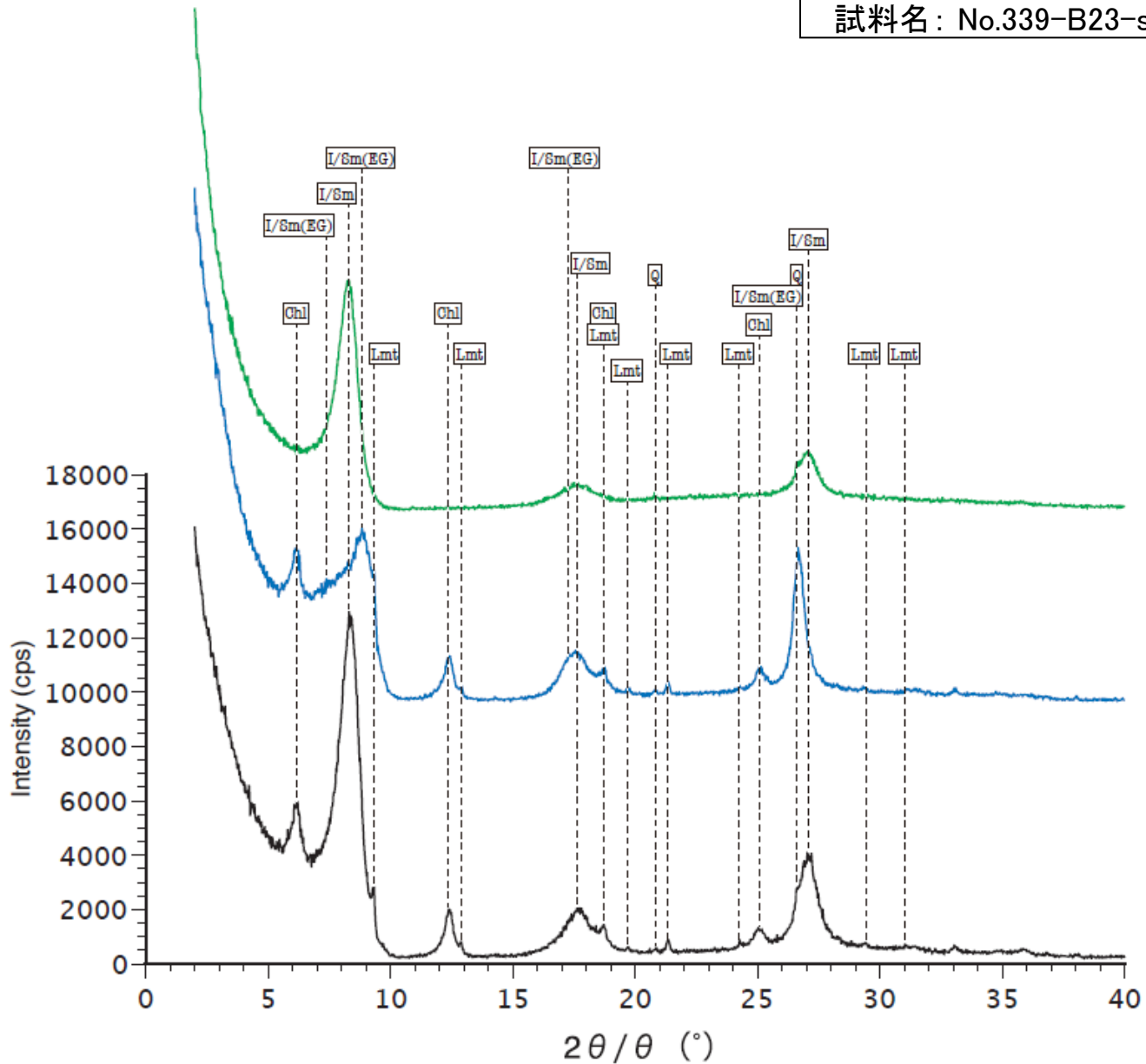


凡例	[主要造岩鉱物類]	[沸石類]	[粘土鉱物]	[炭酸塩鉱物]	[硫化鉱物]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	Cpt : 斜プチロル沸石	I/Sm : イライト/ス멕タイト混合層鉱物	Ce : 方解石	Gyp : 石膏
		Lmt : ローモンタイト	Chl : 緑泥石		Py : 黄鉄鉱

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 X線回折分析のチャート(B23シーム, 定方位)

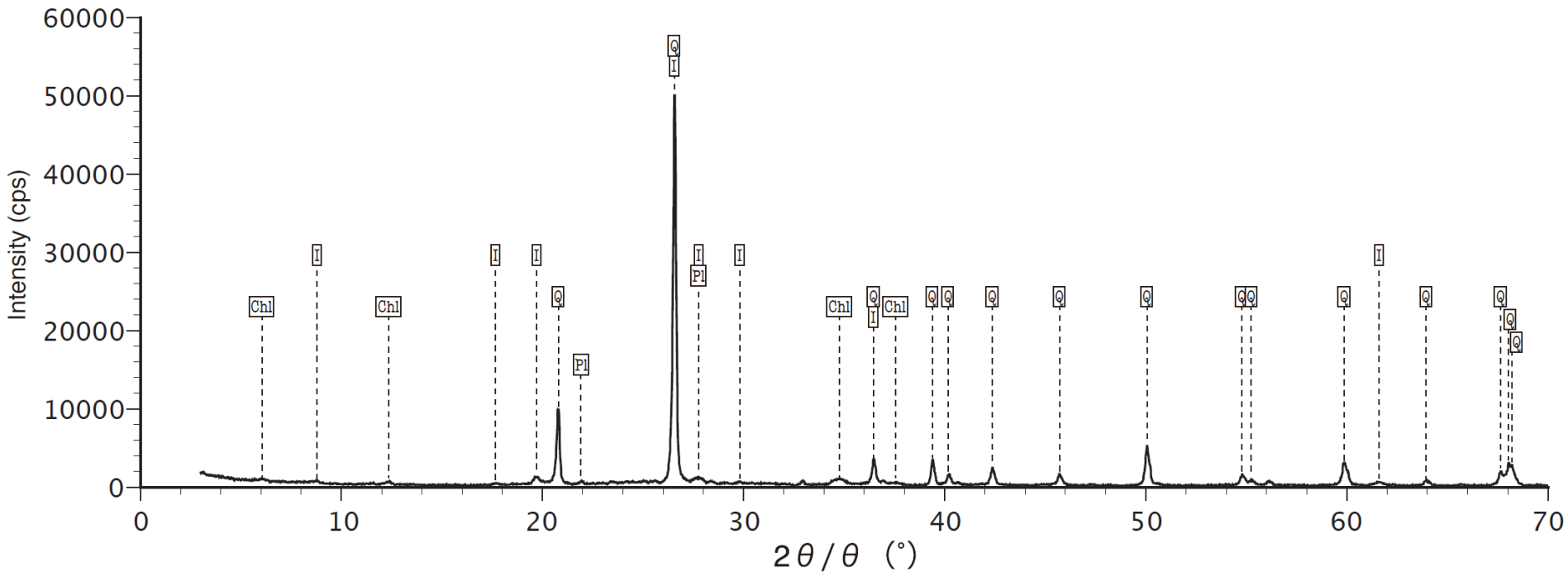
試料名: No.339-B23-s

- 凡例
- : 定方位 (無処理)
 - : 定方位 (エフレング'リコール処理)
 - : 定方位 (塩酸処理)
- [主要造岩鉱物類]
- Q : 石英
- [粘土鉱物]
- I/Sm : イライト/スメクタイト混合層鉱物
 - I/Sm(EG) : イライト/スメクタイト混合層鉱物 (エフレング'リコール処理後)
 - Chl : 緑泥石
- [沸石類]
- Lmt : ローモンタイト



4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性
 X線回折分析のチャート(B23シーム下盤母岩, 不定方位)

試料名: No.339-B23-I



凡例	[主要造岩鉱物類]	[粘土鉱物]
— : 不定方位 (無処理)	Q : 石英	I : イライト
	Pl : 斜長石	Chl : 緑泥石

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ①B23シームの類似性 X線回折分析のチャート(B23シーム下盤母岩, 定方位)

試料名: No.339-B23-I

凡例

- : 定方位 (無処理)
- : 定方位 (エチレン glycol 処理)
- : 定方位 (塩酸処理)

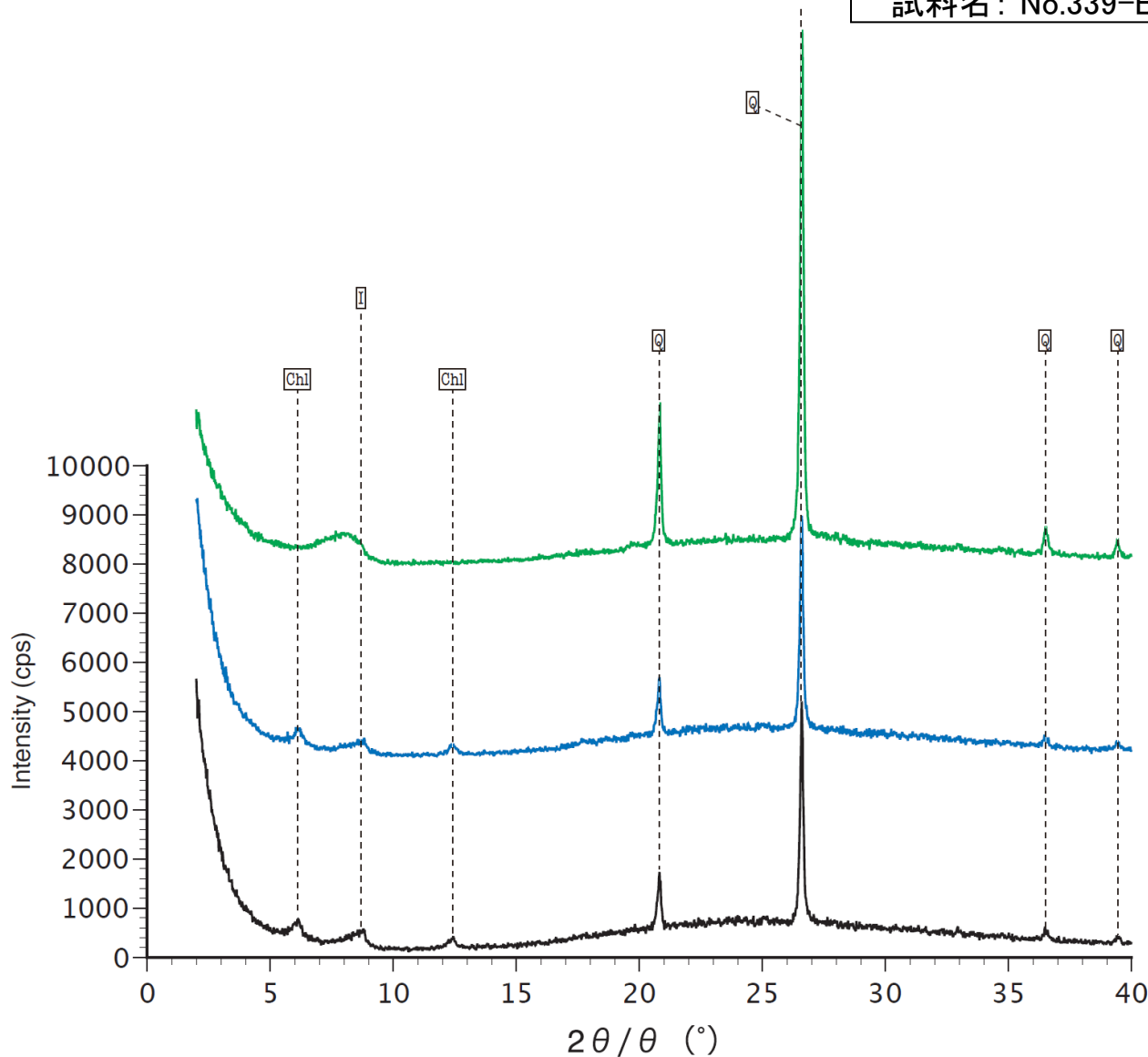
[主要造岩鉱物類]

Q : 石英

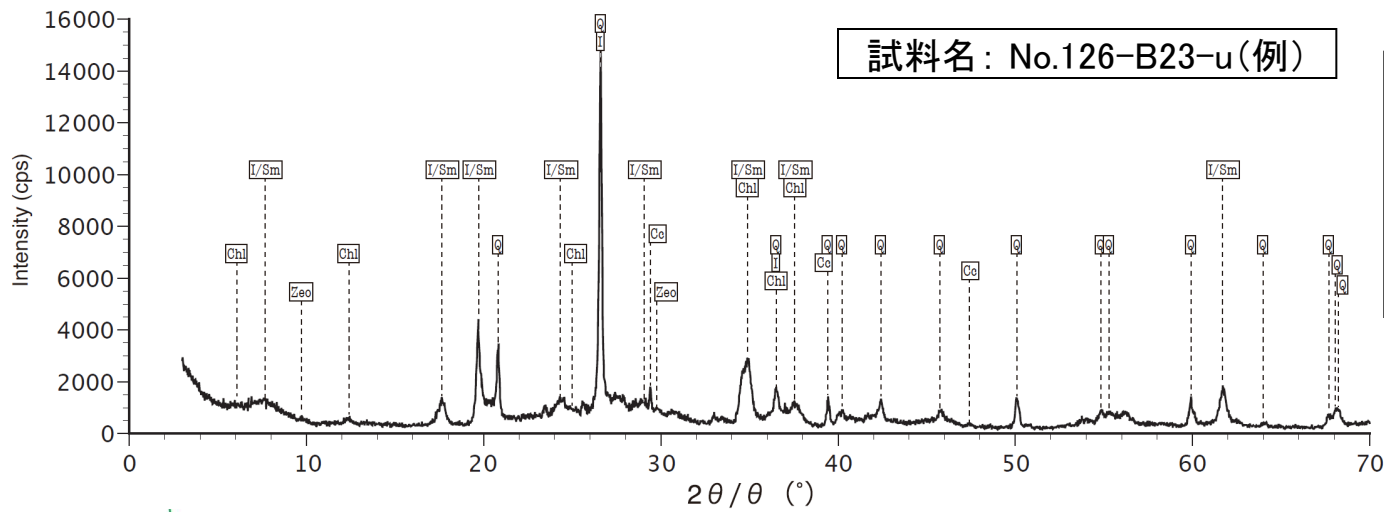
[粘土鉱物]

I : イライト

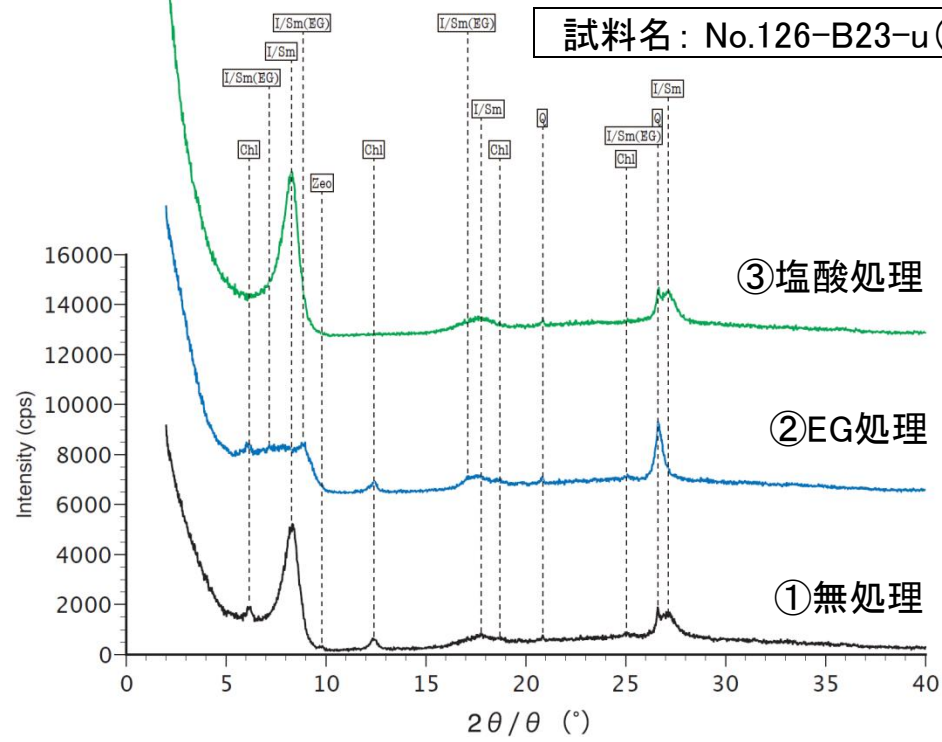
Chl : 緑泥石



(参考) X線回折分析の分析方法



[不定方位法]
 ・通常の粉末法で測定した。
 ・得られたデータを既知のデータと比較し、含有される鉱物の種類を同定した。

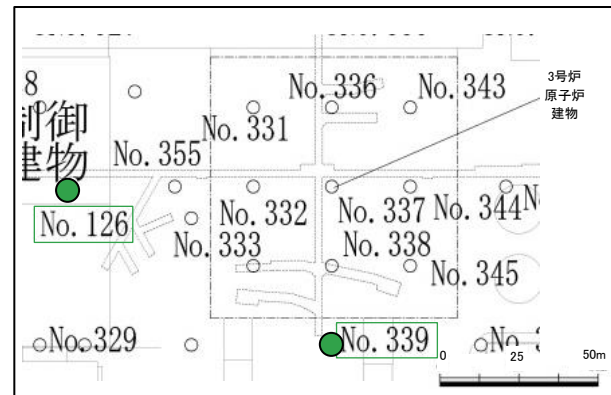


[定方位法]
 ・水ひ法により2μ m以下の粘土鉱物を濃集して測定した。
 ①無処理
 粘土鉱物のピークが鮮明になる。
 ②エチレングリコール処理(EG処理)
 エチレングリコール処理により、スメクタイトが膨潤し、その底面間隔が広がるため、イライト/スメクタイト混合層鉱物のピークが変化する。
 ③塩酸処理
 塩酸処理により、緑泥石の結晶構造が破壊され、そのピークが消失する。

B23シームと周辺母岩のX線回折分析結果

シーム及び周辺母岩のX線回折分析 結果総括表

	試料名	126-B23-u	126-B23-s	126-B23-l	339-B23-u	339-B23-s	339-B23-l
	対象	母岩(上盤) 凝灰質頁岩	シーム	母岩(下盤) 黑色頁岩	母岩(上盤) 凝灰質頁岩	シーム	母岩(下盤) 黑色頁岩
主要造岩 鉱物類	石英	◎	○	◎	◎	△	◎
	斜長石			△			△
沸石	沸石類	△	△	△	△		
	斜プチロル沸石					△	
	ローモンタイト					○	
粘土鉱物	イライト/スメクタイト混合層鉱物	△	△		△	△	
	イライト			△			△
	緑泥石	△	△	△	△	△	△
炭酸塩鉱物	方解石	△	△			△	
硫化鉱物	石膏					△	
	黄鉄鉱					△	



シーム及び周辺母岩のX線回折分析試料採取位置図

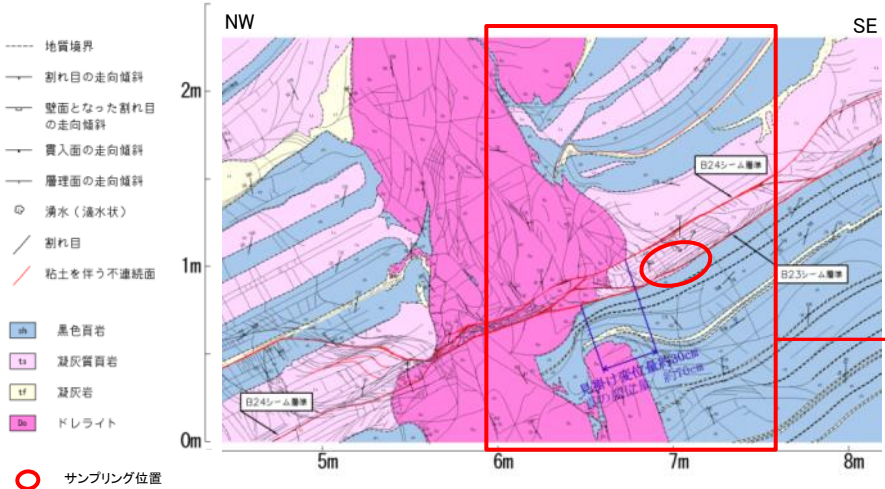
※ B23シームの薄片観察結果は本資料「5. シームの活動性 (3) シームの活動性評価 ①シームで認められる鉱物種とせん断面の関係」P.84~P.105参照

凡例	
[薄片観察結果]	[X線回折分析結果]
局所的に確認できる鉱物	シームと上盤母岩(凝灰質頁岩)の両方で確認された鉱物
全体的に認められる鉱物	シームと上盤母岩(凝灰質頁岩)のどちらかで確認された鉱物
	◎ 多量 △ 少量
	○ 中量 + 微量

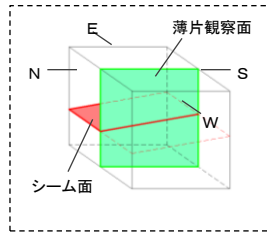
- ・薄片観察結果より、シームとその周辺母岩の色調等から、B23シームの母岩は凝灰質頁岩であると考えられる。
- ・ボーリングコアからB23シームとその周辺母岩の試料を採取し、X線回折分析を実施した結果、
 - ①下盤母岩(黑色頁岩)では、シームで認められるイライト/スメクタイト混合層鉱物が認められず、シームで認められないイライト及び斜長石が確認できる。
 - ②上盤母岩(凝灰質頁岩)では、シームの薄片観察で局所的に確認されている変質鉱物の方解石、黄鉄鉱及びローモンタイトを除くと、シームと概ね同様の鉱物組成であり、薄片観察結果と整合的である。

試掘坑における薄片観察(試料採取位置)

試料名: B23-AS1-1-N-S



AS-1坑 北東壁スケッチ図



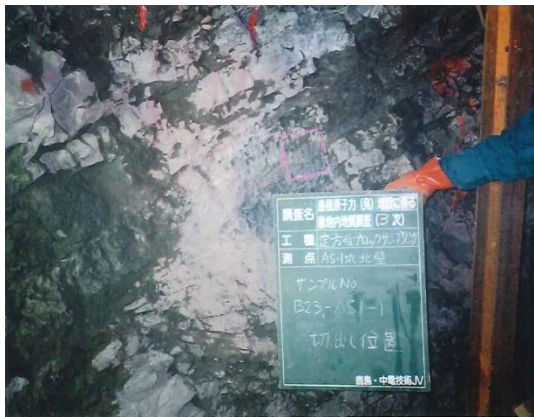
薄片観察概念図



試掘坑写真(平成15年撮影) ○ サンプル位置



ブロック試料写真(平成15年採取) □ 薄片作成位置



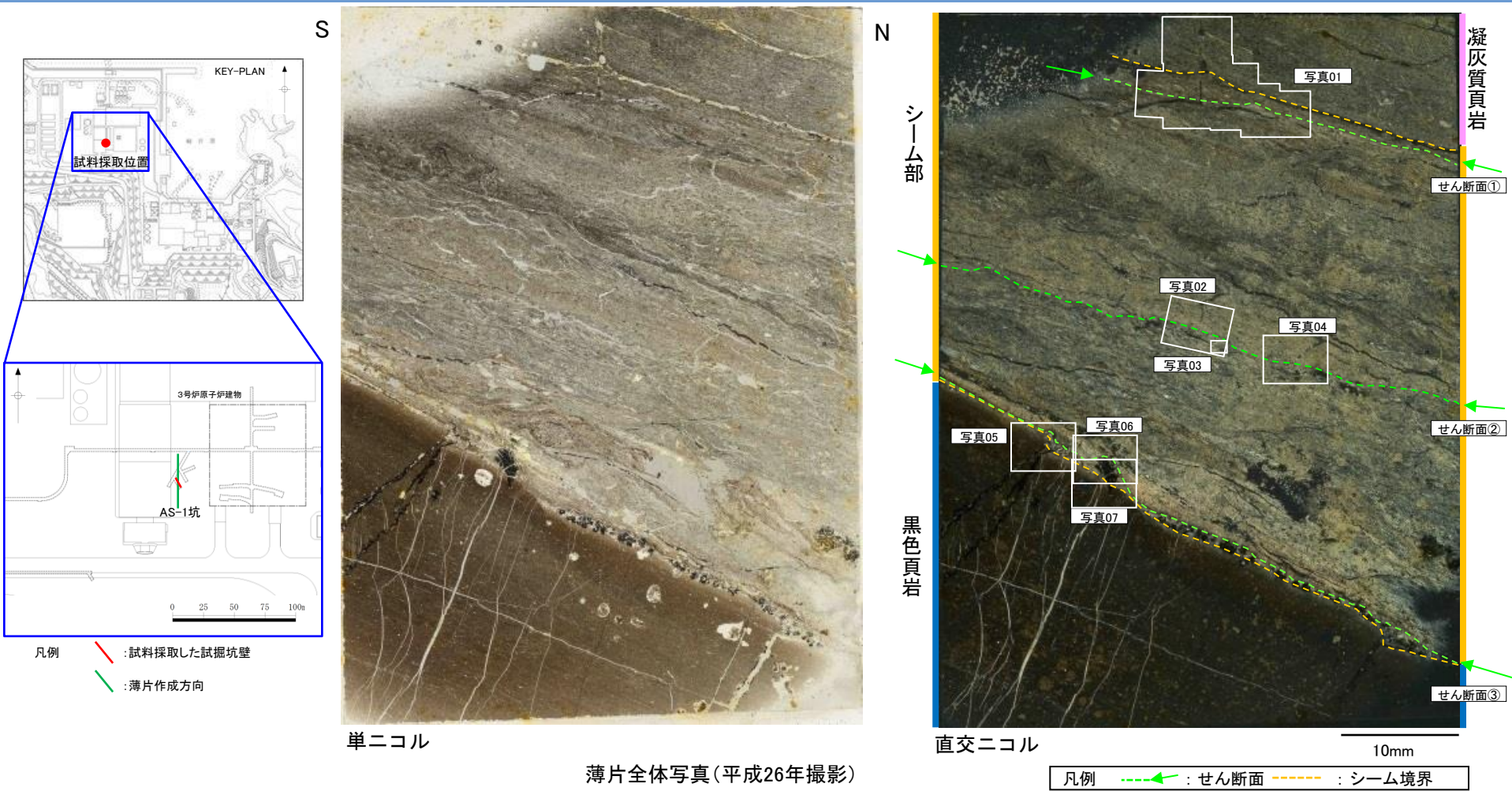
試掘坑サンプル位置(平成15年撮影)



薄片写真(平成15年作製, 平成26年撮影)

薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面の認定)

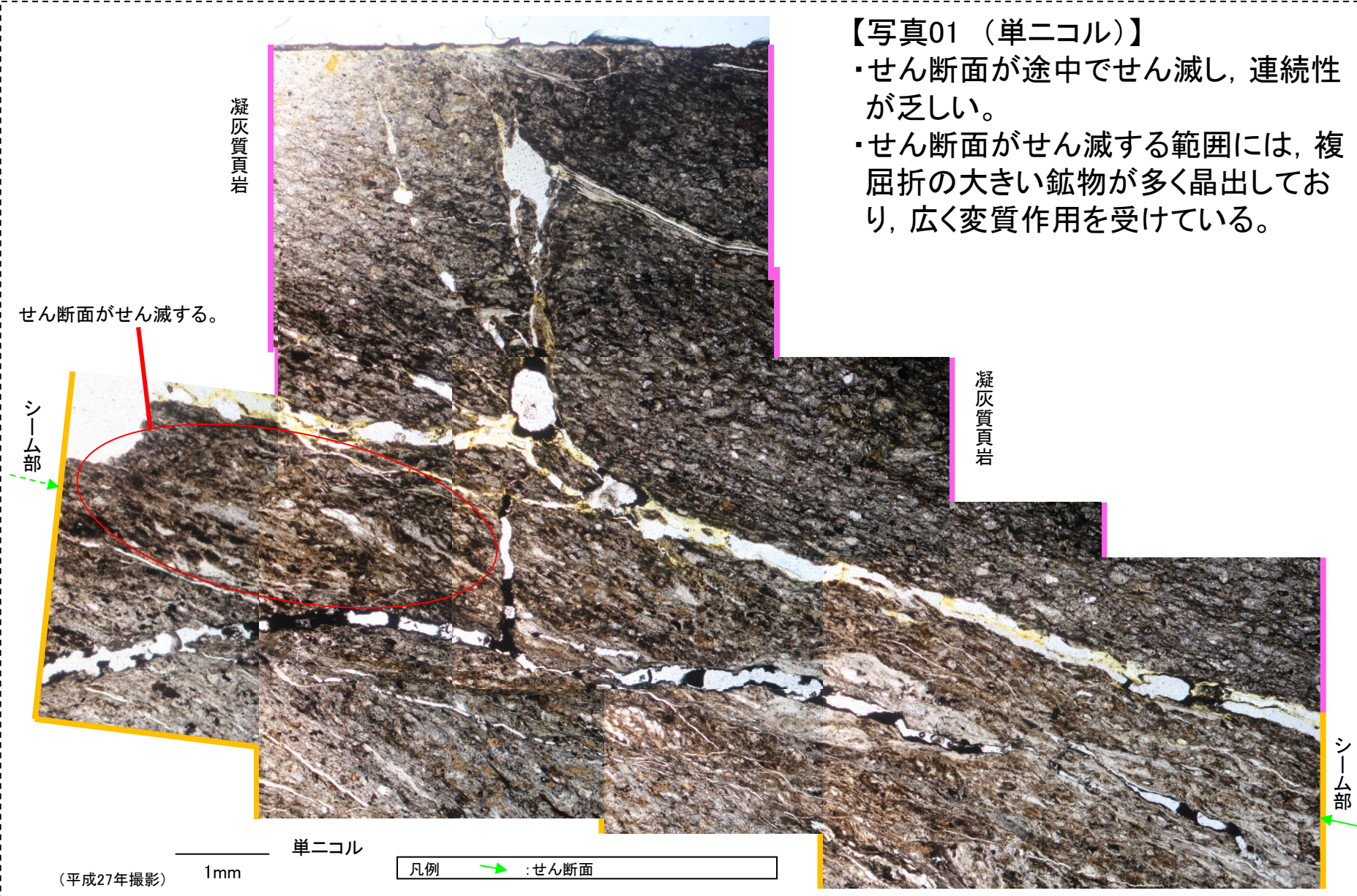
第223回審査会合
資料2-1 p.62 加筆・修正



- ・肉眼観察及び鏡下観察による詳細観察の結果、3条のせん断面を抽出した。
- ・複合面構造が見られず、いずれのせん断面も直線性・連続性に乏しい。
- ・このうち、シーム中央部のせん断面②が比較的直線性・連続性を有する。

薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面①)

第223回審査会合
資料2-1 p.65 加筆・修正



【写真01 (単ニコル)】

- ・せん断面が途中でせん滅し、連続性が乏しい。
- ・せん断面がせん滅する範囲には、複雑屈折の大きい鉱物が多く晶出しており、広く変質作用を受けている。

凝灰質頁岩

凝灰質頁岩

せん断面がせん滅する。

シーム部

シーム部

単ニコル

1mm

(平成27年撮影)

凡例 → :せん断面

薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面①)

第223回審査会合
資料2-1 p.66 加筆・修正



【写真01 (直交ニコル)】

- ・せん断面が途中でせん滅し、連続性が乏しい。
- ・せん断面がせん滅する範囲には、複雑折の大きい鉱物が多く晶出しており、広く変質作用を受けている。

薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面②)



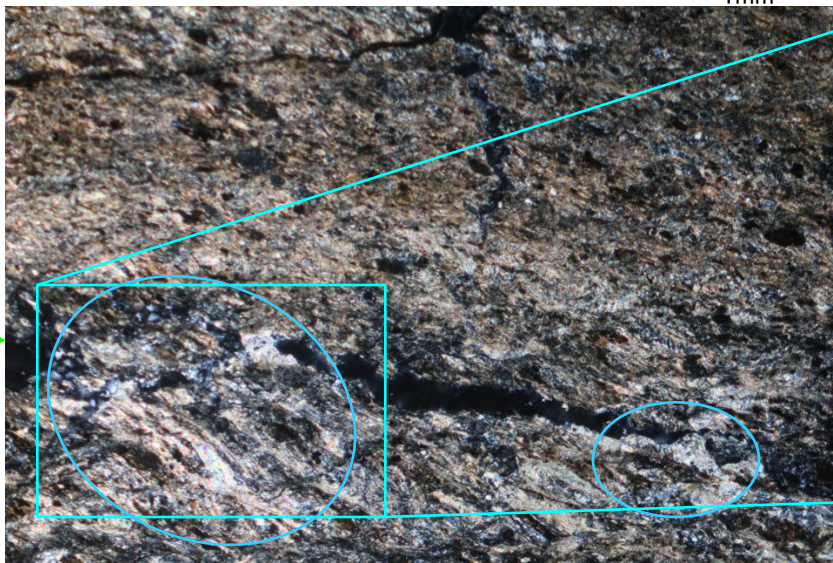
単ニコル

1mm

シーム部

【写真02】

- ・自形鉱物が網目状に晶出している。
- ・これらの鉱物脈は劈開が顕著であり、複屈折が大きく、高次の干渉色が顕著であるため、方解石であると考えられる。
- ・方解石脈は、せん断面近傍に晶出しており、変位・変形は認められない。



直交ニコル

1mm

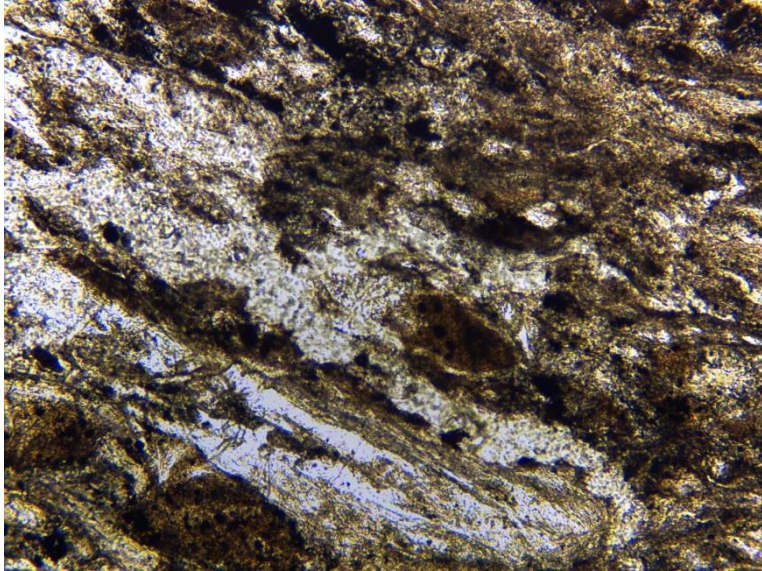


1mm

凡例 ← : せん断面 ○ : 方解石

(平成27年撮影)

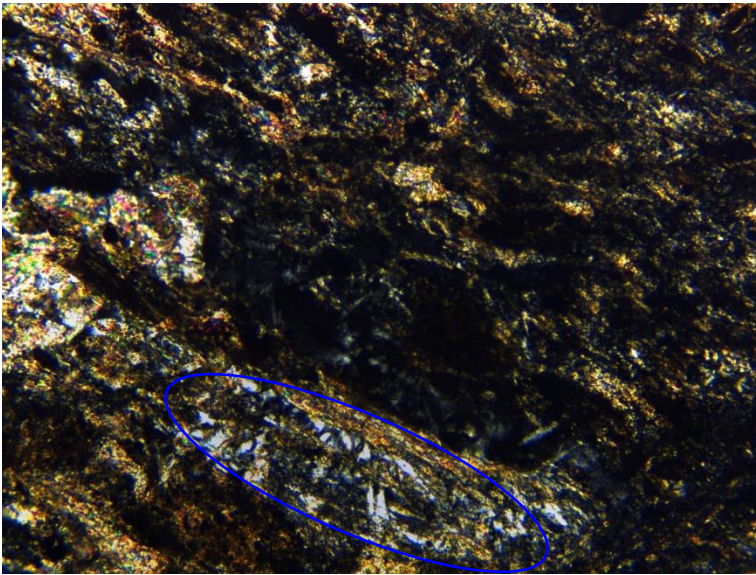
薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面②)



シーム部

単ニコル

0.5mm



直交ニコル

0.5mm

【写真03】

- ・せん断面近傍に自形の鉱物が晶出している。
- ・単ニコルで無色，直交ニコルで複屈折が小さく，消光角も小さいことから，濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石はせん断面付近に晶出しており，変位・変形は認められない。

凡例
← : せん断面
○ : 濁沸石

薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面②)



単ニコル

1mm

シーム部

【写真04】

- ・自形鉱物からなる脈が晶出している。
- ・鏡下では、これらの鉱物脈は、劈開が顕著であり、複屈折が大きく、高次の干渉色が顕著であるため、方解石であると考えられる。
- ・方解石脈は、せん断面を横断しており、変位・変形は認められない。



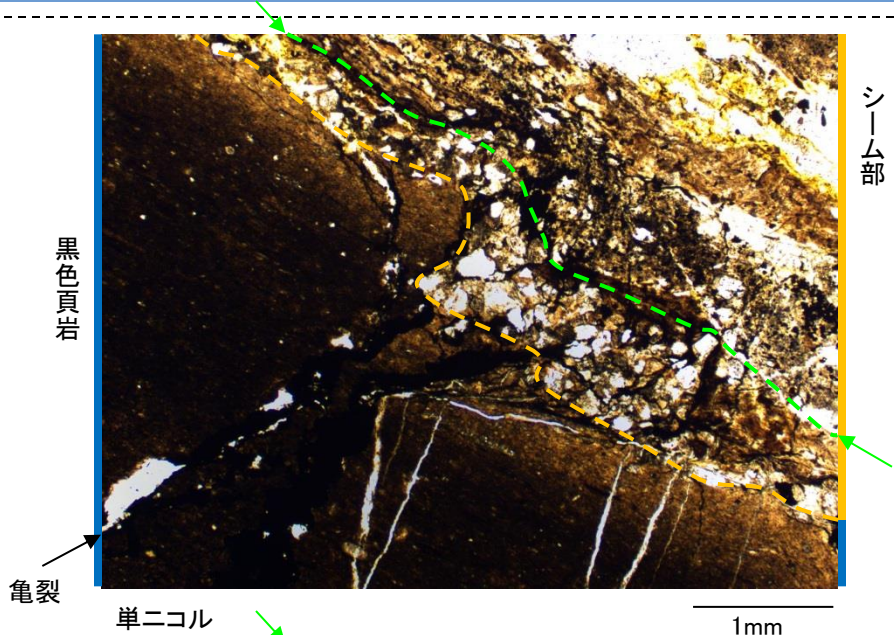
直交ニコル

1mm

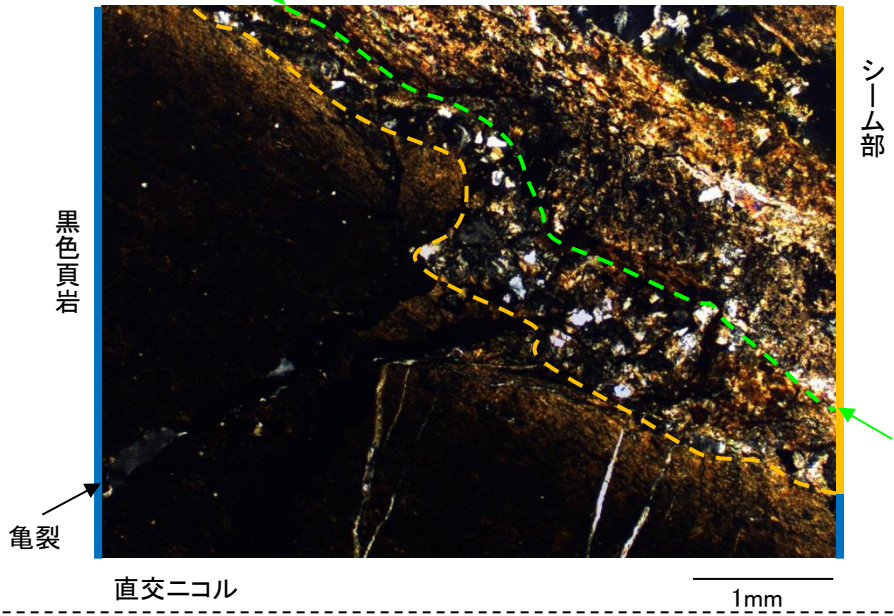
凡例 ← : せん断面 ○ : 方解石

薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面③)

第223回審査会合
資料2-1 p.67 加筆・修正

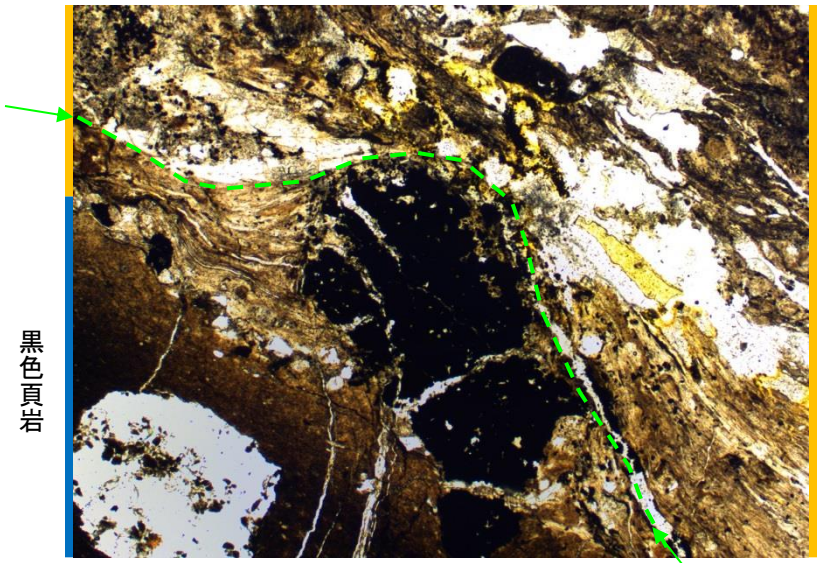


【写真05】
・せん断面は湾曲しており、直線性に乏しい。



凡例
- - - - - : せん断面
← : 亀裂
- - - - - : シーム境界

薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面③)

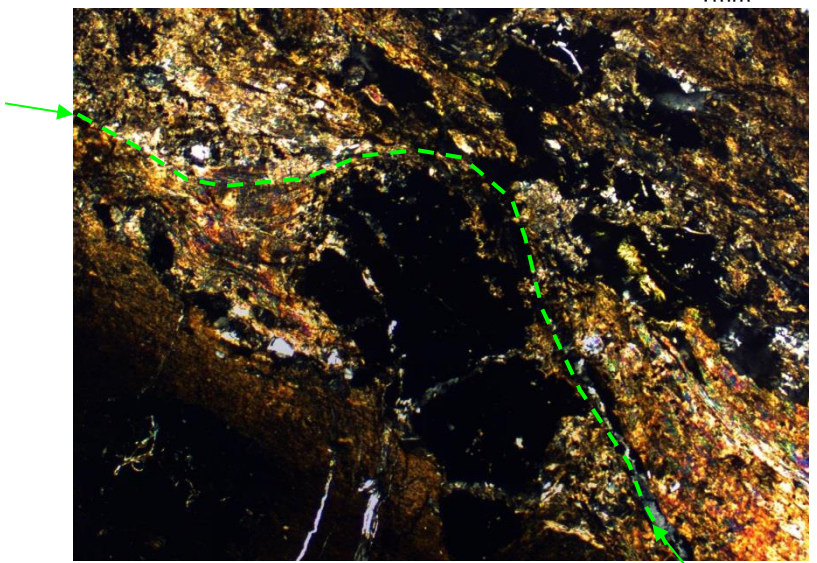


黒色頁岩

シーム部

単ニコル


1mm



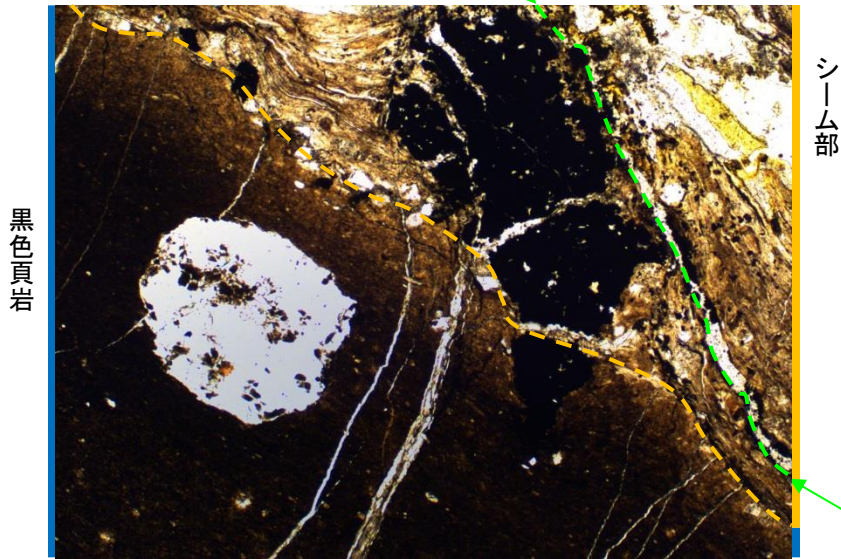
直交ニコル

1mm

【写真06】
・せん断面は湾曲しており、直線性に乏しい。

凡例  :せん断面

薄片観察結果 B23-AS1-1-N-S(せん断面③)

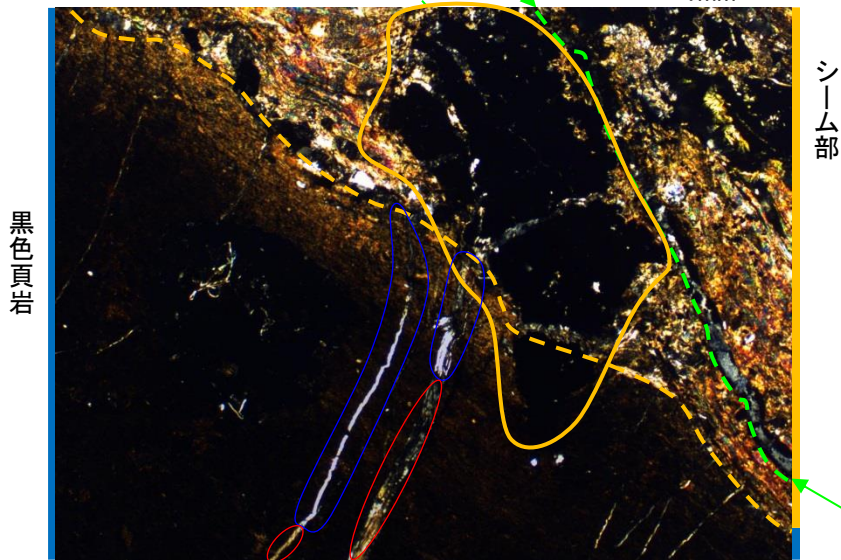


黒色頁岩

シーム部

単ニコル

1mm



黒色頁岩

シーム部

直交ニコル

1mm

【写真07】

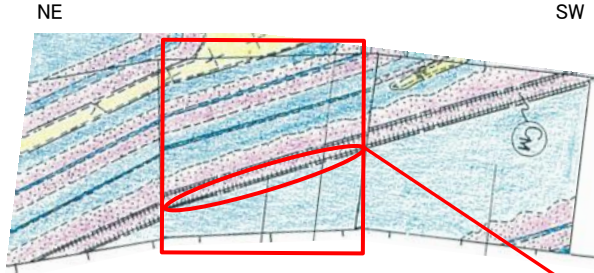
- ・黒色頁岩内の方解石脈の延長部は、シーム境界付近で途切れており、せん断面を切断していない。
- ・せん断面上に自形の鉱物が晶出している。
- ・単ニコル、直交ニコルで不透明であり、角張った方形であることから、X線回折分析結果を踏まえると、黄鉄鉱であると考えられる。
- ・黄鉄鉱は、せん断面上に晶出しており、変位・変形は認められない。

凡例	— — — — —	せん断面
	- - - - -	シーム境界
	○	黄鉄鉱
	○	方解石
	○	濁沸石

試掘坑における薄片観察(試料採取位置)

試料名: B23-DR-NE-SW

- 凡例
- : 黑色頁岩
 - : 凝灰質頁岩
 - : 凝灰岩
 - : ドレライト



D坑R部 北西壁スケッチ図



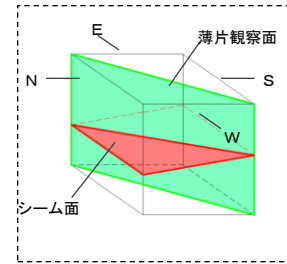
試掘坑写真(平成9年撮影)



ブロック試料写真(平成15年採取)



試掘坑サンプリング位置(平成15年撮影)



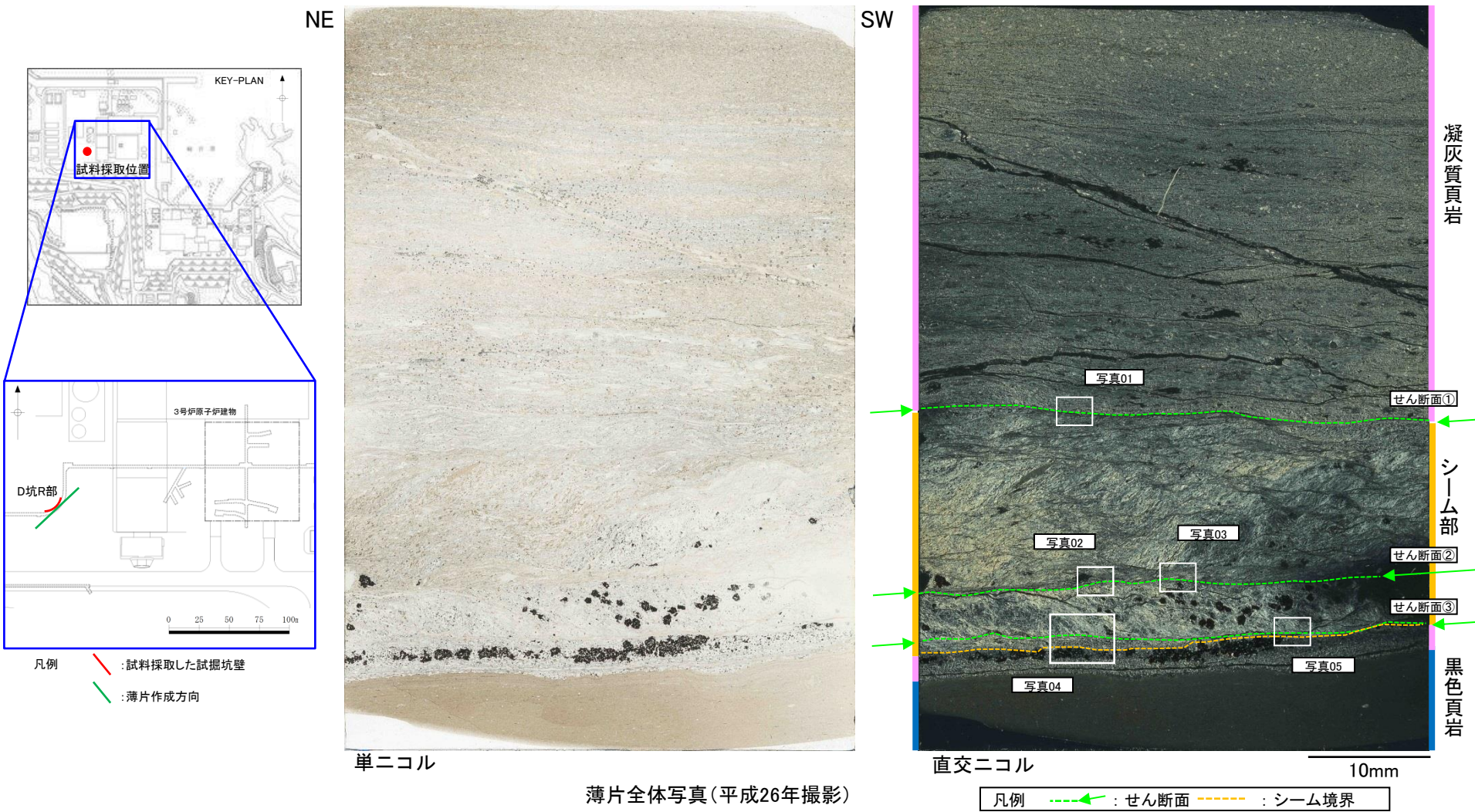
薄片観察概念図



薄片写真(平成15年作製, 平成26年撮影)

薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面の認定)

第223回審査会合
資料2-1 p.62 加筆・修正



単ニコル

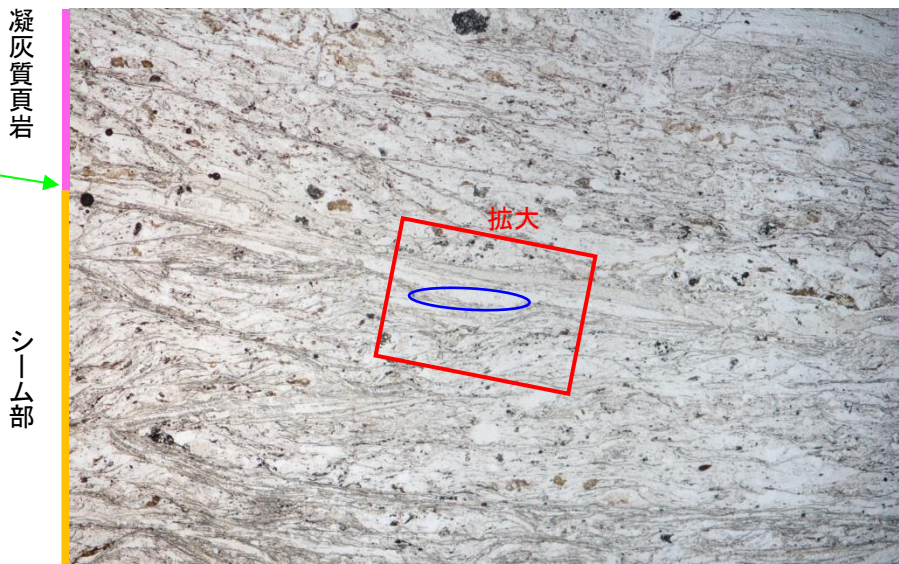
薄片全体写真(平成26年撮影)

直交ニコル

10mm

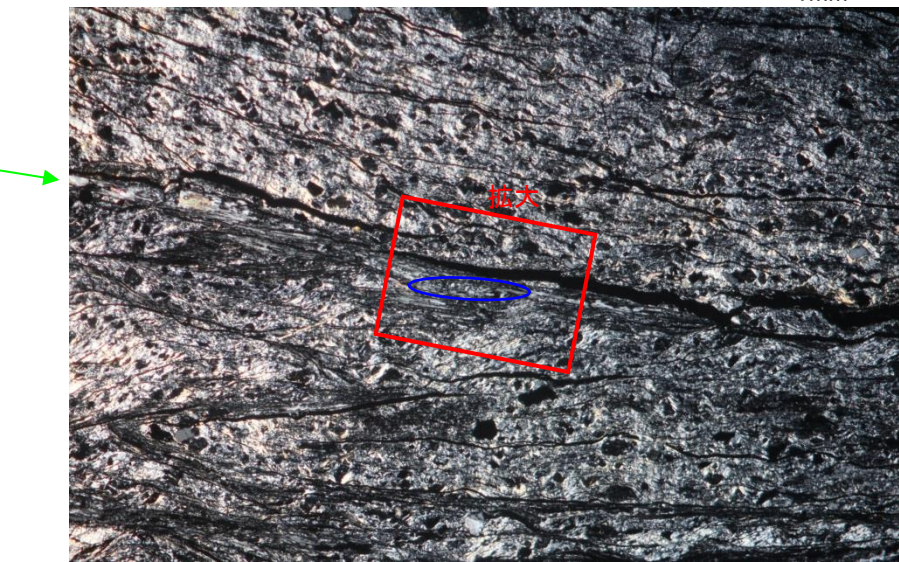
- ・肉眼観察及び鏡下観察による詳細観察の結果、3条のせん断面を抽出した。
- ・複合面構造が確認されるが、いずれのせん断面も直線性・連続性に乏しい。
- ・このうち、シーム中央部のせん断面②が比較的直線性・連続性を有する。

薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面①)



単ニコル

1mm



直交ニコル

1mm

【写真01】

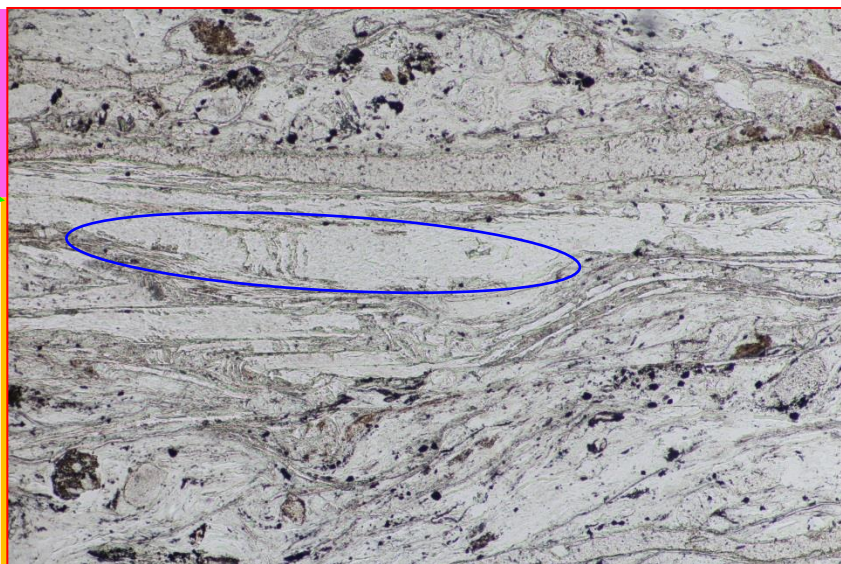
- ・せん断面近傍に自形の鉱物が晶出している。
- ・単ニコルで無色，直交ニコルで複屈折が小さく，消光角も小さいことから，濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石はせん断面に接するように晶出しており，変位・変形は認められない。

凡例 → : せん断面 ○ : 濁沸石

薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面①)

凝灰質頁岩

シーム部

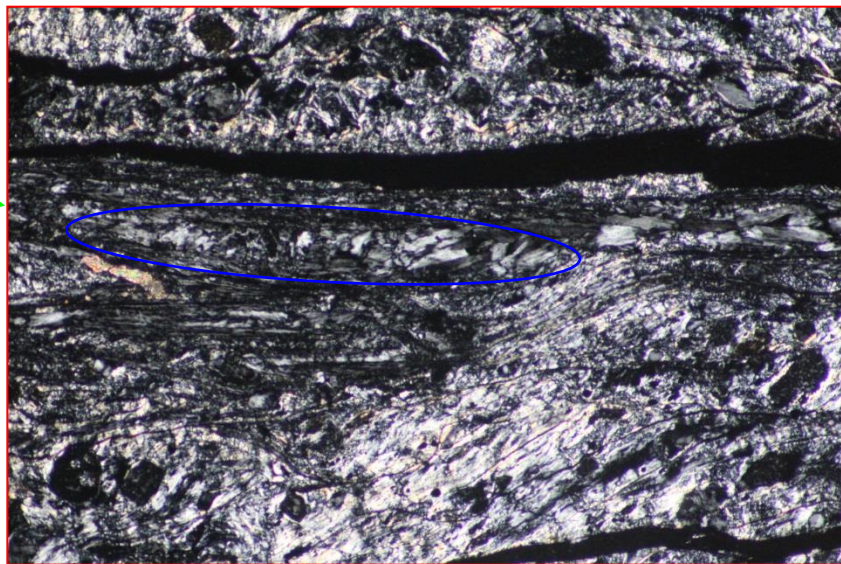


凝灰質頁岩

シーム部

単ニコル

0.5mm



直交ニコル

0.5mm

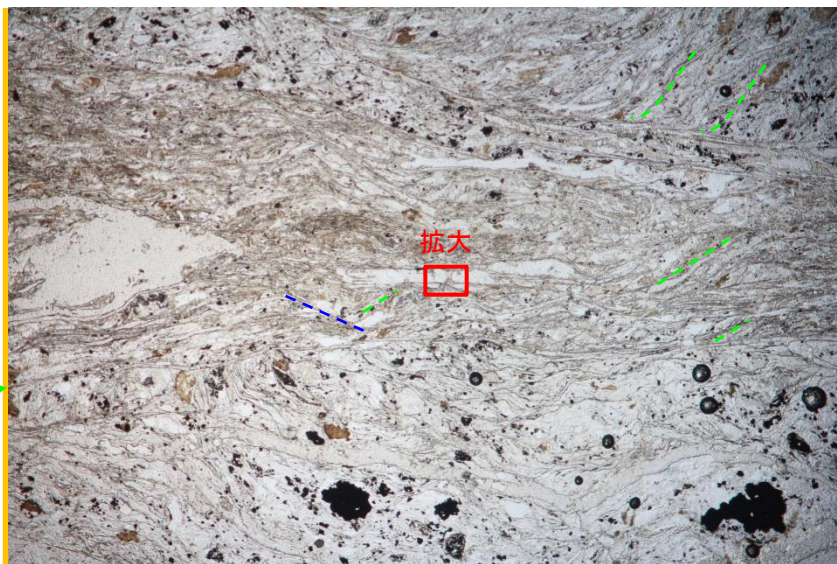
【写真01 拡大】

- ・せん断面近傍に自形の鉱物が晶出している。
- ・単ニコルで無色，直交ニコルで複屈折が小さく，消光角も小さいことから，濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石はせん断面に接するように晶出しており，変位・変形は認められない。

凡例 → : せん断面 ○ : 濁沸石

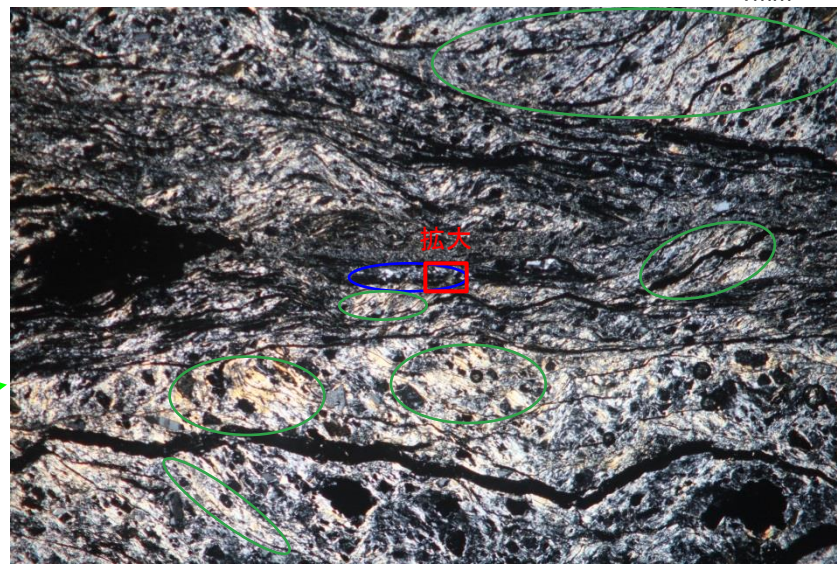
薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面②)

シーム部



単ニコル

1mm



直交ニコル

1mm

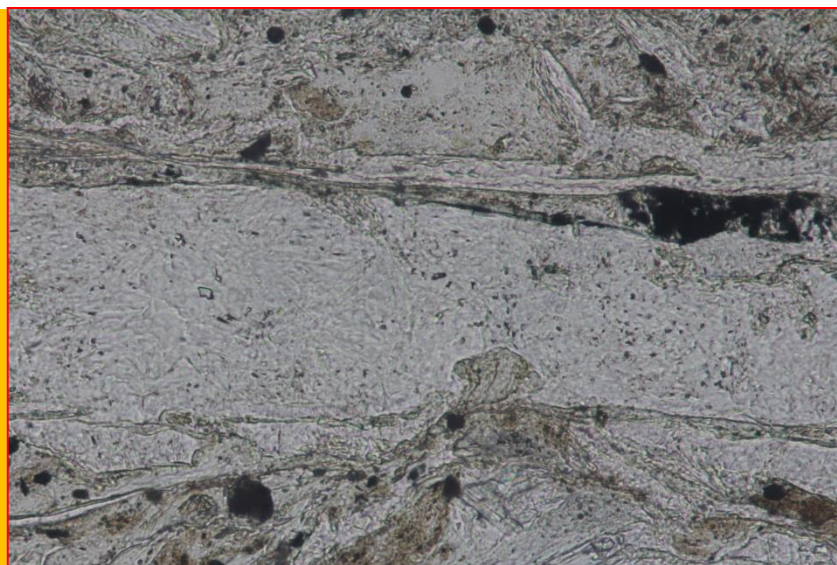
【写真02】

- ・せん断面近傍に自形の鉱物が晶出している。
- ・単ニコルで無色，直交ニコルで複屈折が小さく，消光角も小さいことから，X線回折分析結果を踏まえると，濁沸石（ローモンタイト）であると考えられる。
- ・濁沸石は，せん断面近傍に晶出しており，変位・変形は認められない。
- ・複合面構造（P面，R面）及び薄片作製方向から，せん断面は逆断層センス（見かけ右横ずれ）であると考えられる。

凡例	←	：せん断面	○	：濁沸石
	○	：イライト／スメクタイト混合層鉱物	---	：P面
	---	：R面		

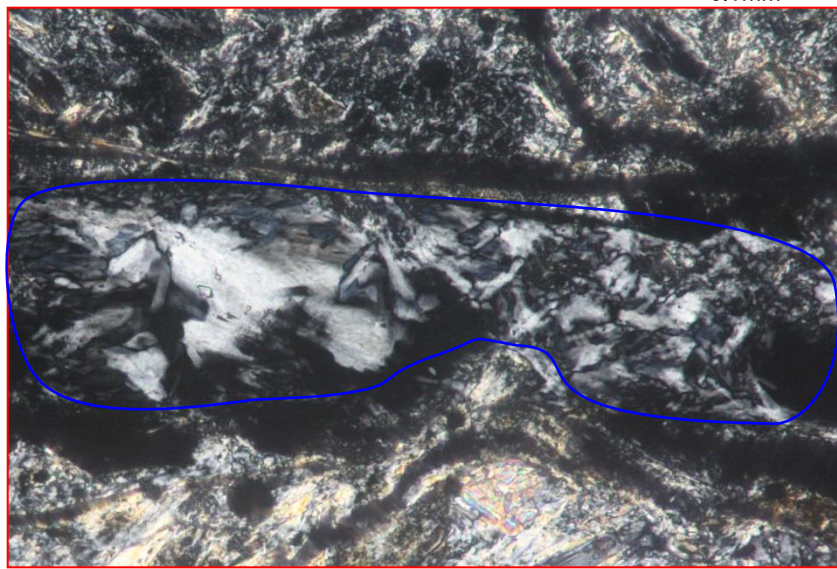
薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面②)

シーム部



単ニコル

0.1mm



直交ニコル

0.1mm

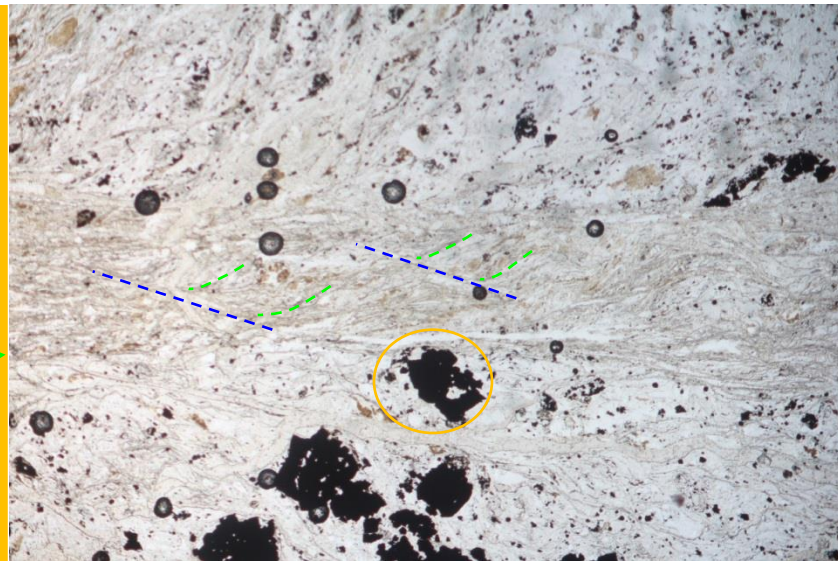
凡例 ○ : 濁沸石

【写真02 拡大】

- ・せん断面近傍に自形の鉱物が晶出している。
- ・単ニコルで無色，直交ニコルで複屈折が小さく，消光角も小さいことから，X線回折分析結果を踏まえると，濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石は，せん断面近傍に晶出しており，変位・変形は認められない。

薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面②)

シーム部

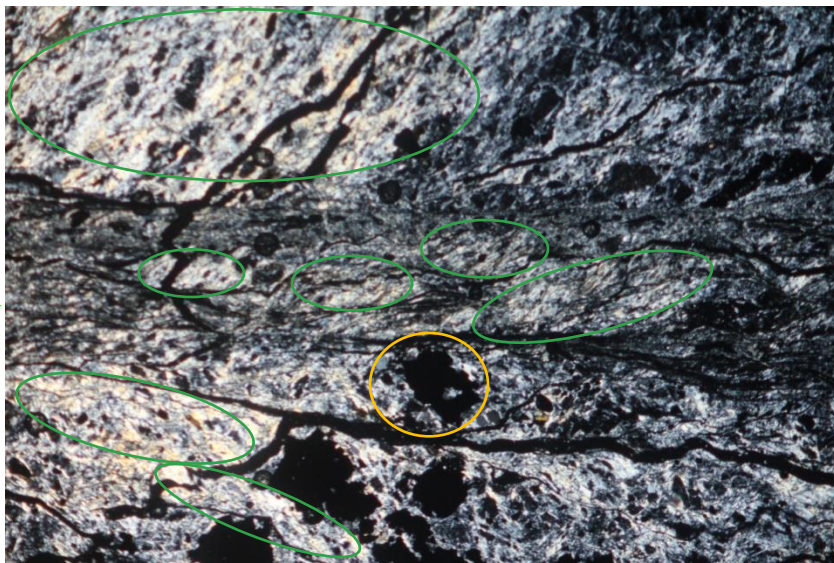


単ニコル

1mm

【写真03】

- ・せん断面近傍に自形の鉱物が晶出している。
- ・これらの鉱物は、単ニコル、直交ニコルで不透明であり、角張った方形であることから、X線回折分析結果を踏まえると、黄鉄鉱であると考えられる。
- ・せん断面に接するように晶出している黄鉄鉱には、変位・変形は認められない。
- ・複合面構造(P面、R面)及び薄片作製方向から、せん断面は逆断層センス(見かけ右横ずれ)であると考えられる。



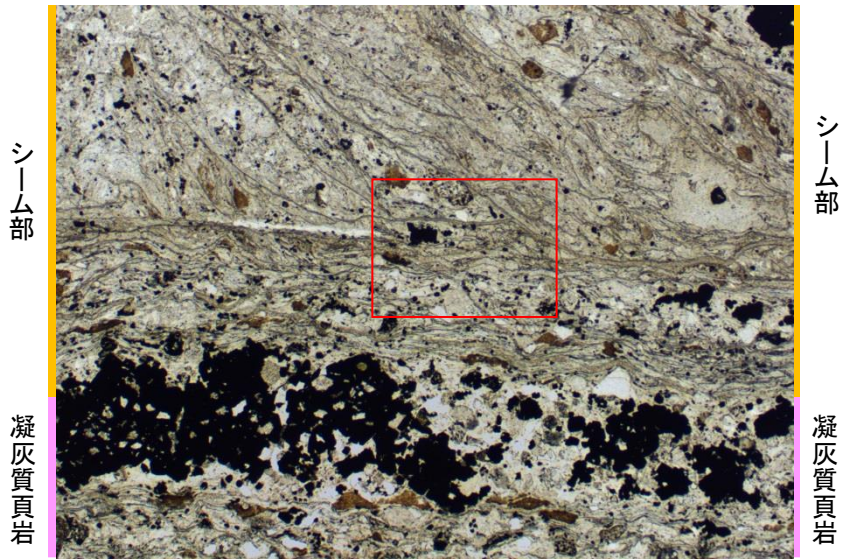
直交ニコル

1mm

凡例	← : せん断面	○ : 黄鉄鉱
	○ : イライト/スメクタイト混合層鉱物	
	- - - : P面	- - - : R面

余白

薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面③)

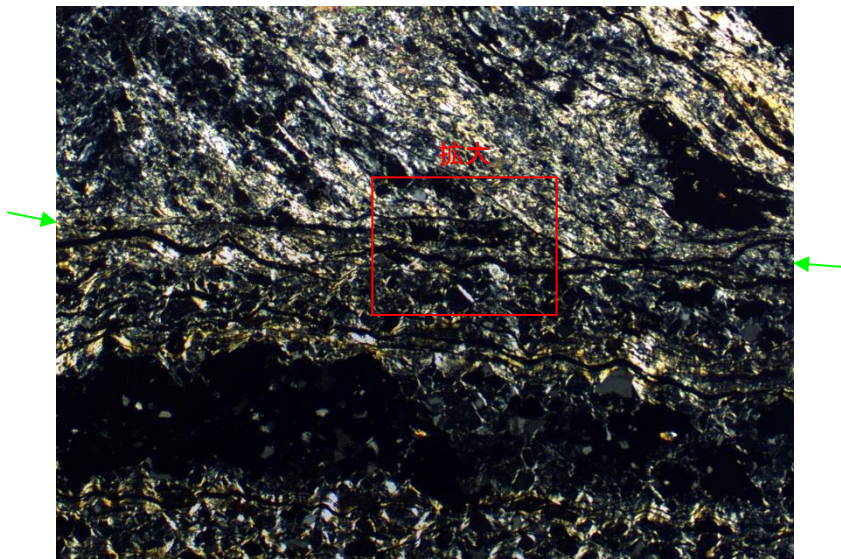


単ニコル

1mm

【写真04】

・せん断面は不明瞭であり、連続性に乏しい。

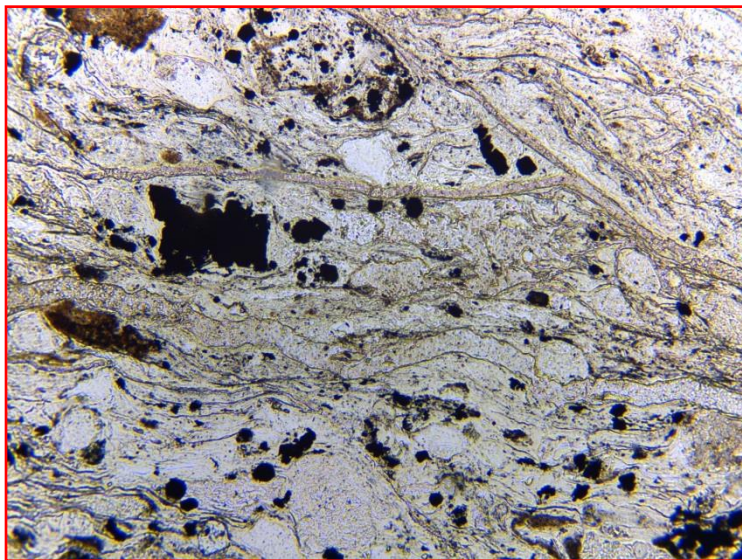


直交ニコル

1mm

凡例 - - - ← : せん断面

薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面③)



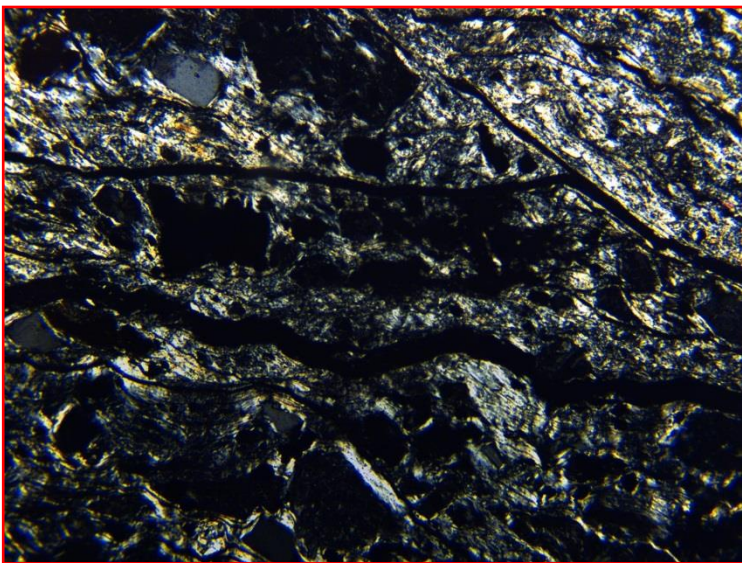
シーム部

単ニコル

0.5mm

【写真04 拡大】

・せん断面は不明瞭であり、連続性に乏しい。



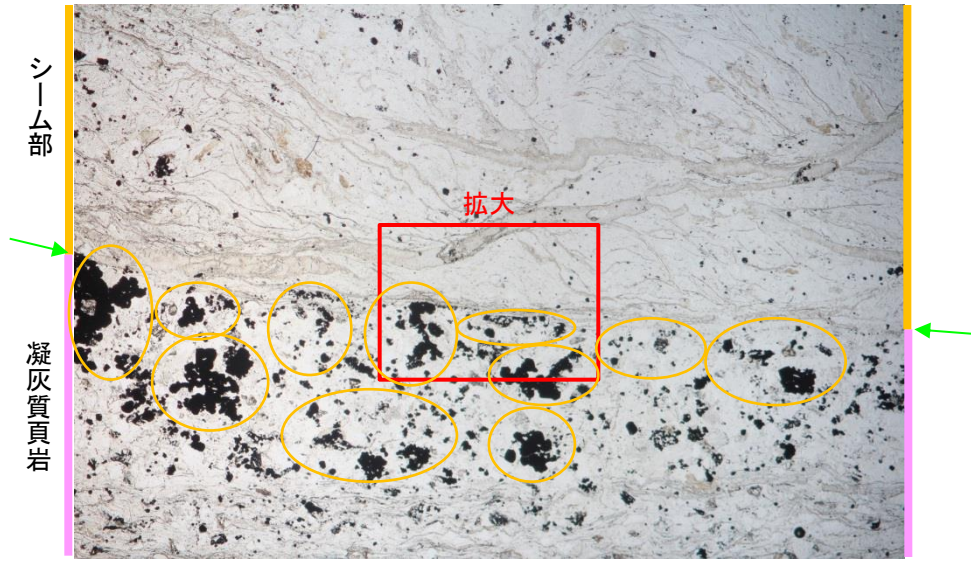
直交ニコル

0.5mm

凡例 - - - ← : せん断面

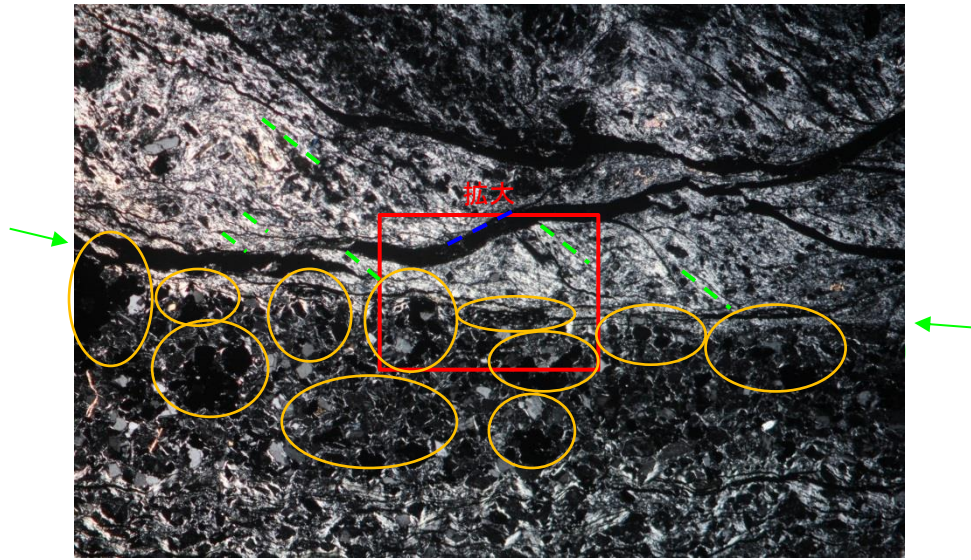
薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面③)

第223回審査会合
資料2-2 p.45 加筆・修正



単ニコル

1mm



直交ニコル

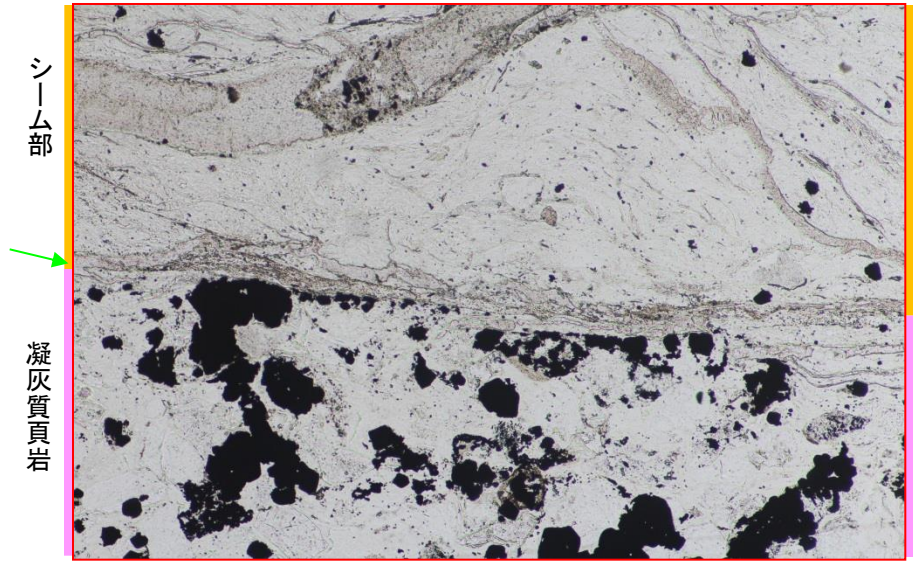
1mm

【写真05】

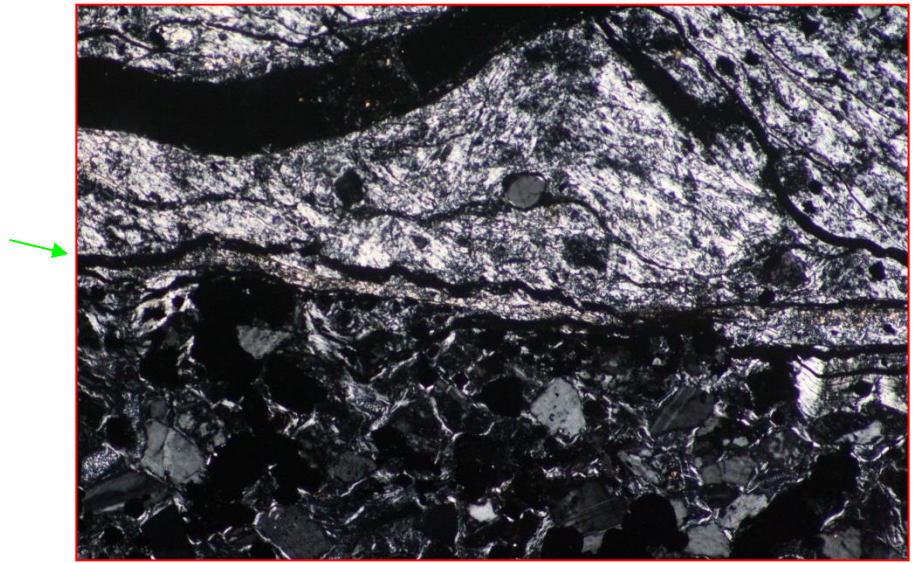
- ・せん断面近傍に自形の鉱物が晶出している。
- ・単ニコル, 直交ニコルで不透明であり, 角張った方形であることから, X線回折分析結果を踏まえると, 黄鉄鉱であると考えられる。
- ・黄鉄鉱は, せん断面に接するように晶出しており, 変位・変形は認められない。

凡例	←	: せん断面	
	- - -	: P面	- - -
	○	: 黄鉄鉱	- - -
			- - -
			: R面

薄片観察結果 B23-DR-NE-SW(せん断面③)



単ニコル 1mm



直交ニコル 1mm

【写真05 拡大】

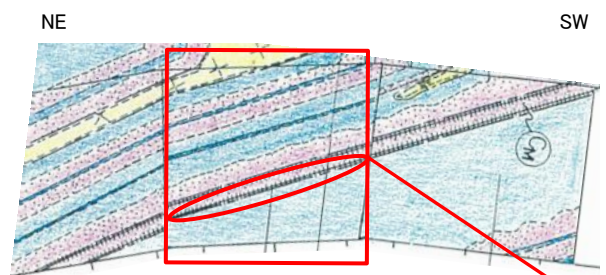
- ・せん断面近傍に自形の鉱物が晶出している。
- ・単ニコル, 直交ニコルで不透明であり, 角張った方形であることから, X線回折分析結果を踏まえると, 黄鉄鉱であると考えられる。
- ・黄鉄鉱は, せん断面に接するように晶出しており, 変位・変形は認められない。

凡例 ← : せん断面

試掘坑における薄片観察(試料採取位置)

試料名: B23-DR-NW-SE

- 凡例
- : 黒色頁岩
 - : 凝灰質頁岩
 - : 凝灰岩
 - : ドレライト



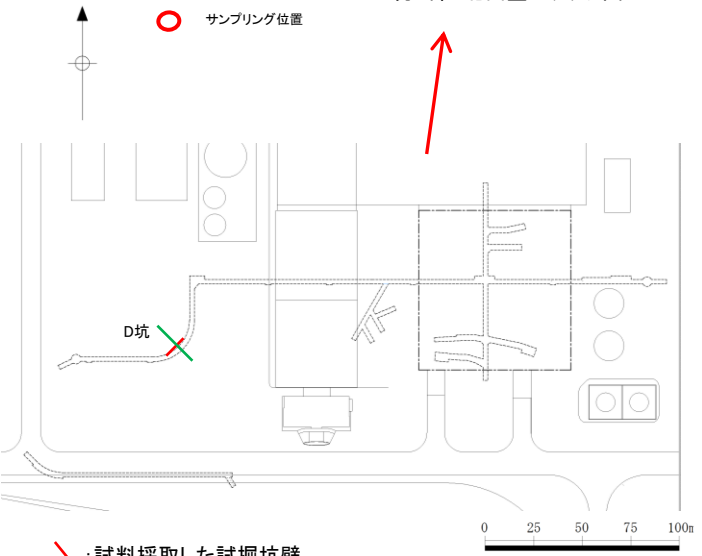
D坑R部 北西壁スケッチ図



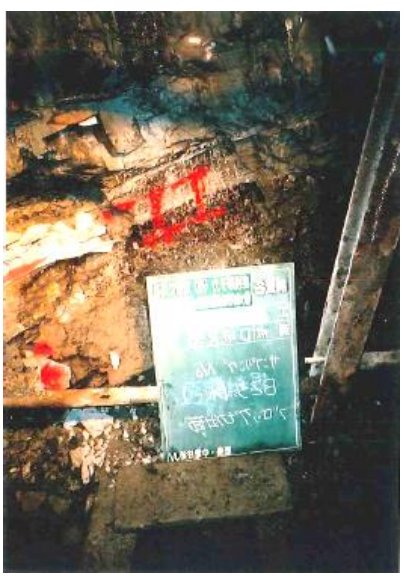
試掘坑写真(平成9年撮影)



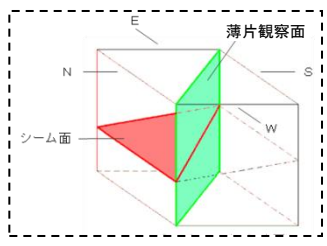
ブロック資料写真(平成15年採取)



- : 試料採取した試掘坑壁
- : 薄片作成方向



試掘坑サンプリング位置(平成15年撮影)



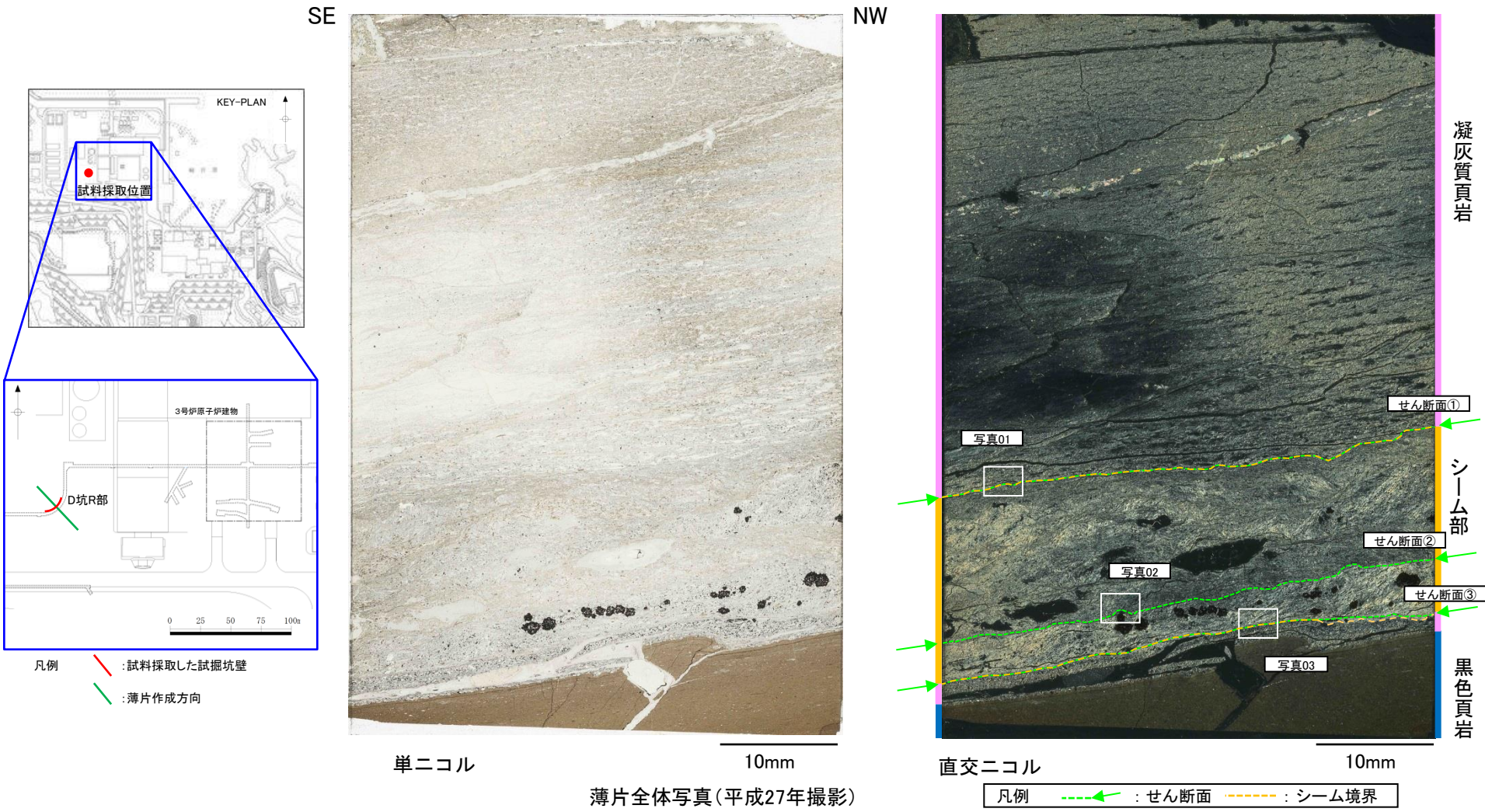
薄片観察概念図



薄片写真(平成15年作製, 平成26年撮影)

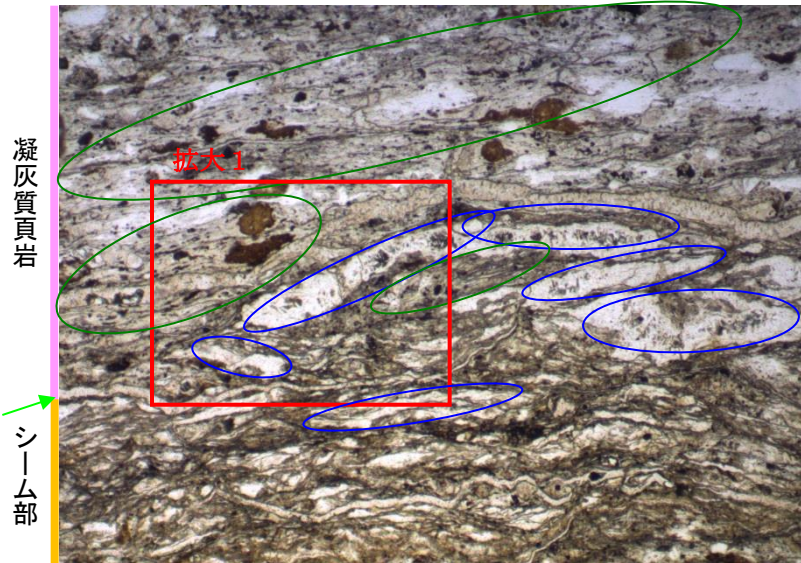
薄片観察結果 B23-DR-NW-SE(せん断面の認定)

第223回審査会合
資料2-2 p.48 加筆・修正



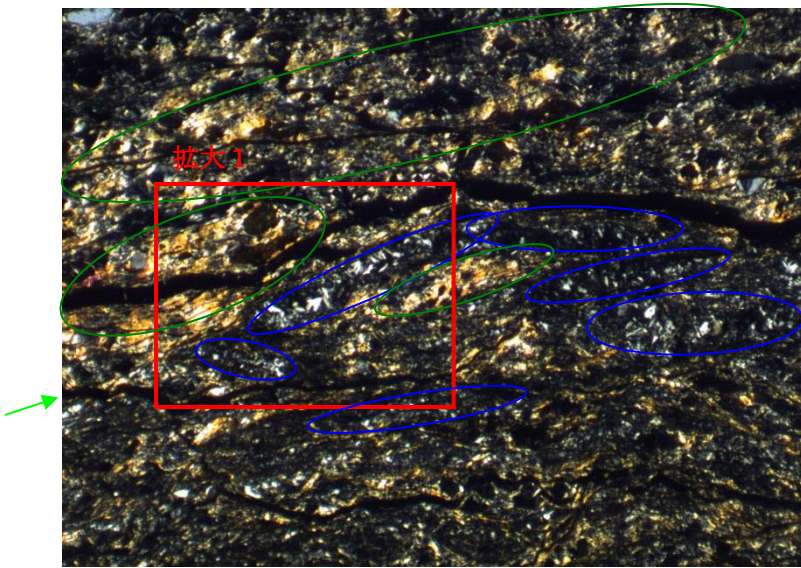
- ・ やや不明瞭ながらも部分的に複合面構造が認められる。
- ・ いずれのせん断面も連続性に乏しく，不明瞭である。

薄片観察結果 B23-DR-NW-SE(せん断面①)



単ニコル

1mm



直交ニコル

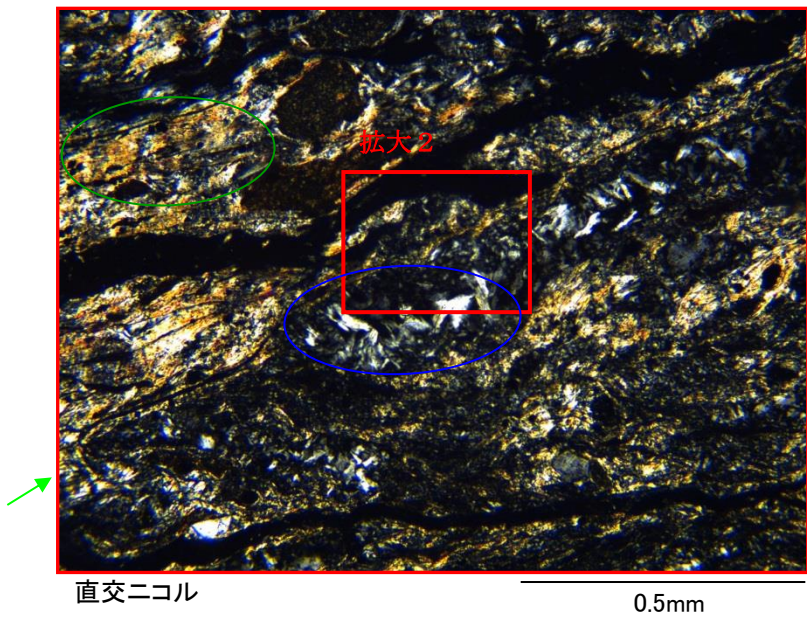
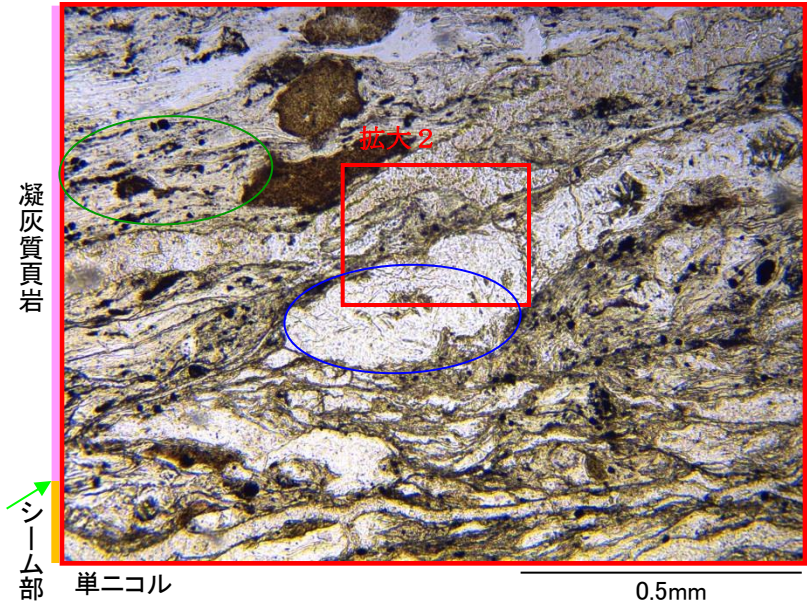
1mm

【写真01】

- ・せん断面近傍に自形鉱物が広く晶出している(図中の緑丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで高次の黄色であることから, X線回折分析結果を踏まえると, これらの鉱物は, イライト/スメクタイト混合層鉱物と考えられる。
- ・せん断面近傍に自形鉱物が脈状に晶出している(図中青部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, X線回折分析結果を踏まえると, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石には, 変位・変形は認められない。

凡例	←	: せん断面
	○	: 濁沸石
	○	: イライト/スメクタイト混合層鉱物

薄片観察結果 B23-DR-NW-SE(せん断面①)



【写真01 拡大1】

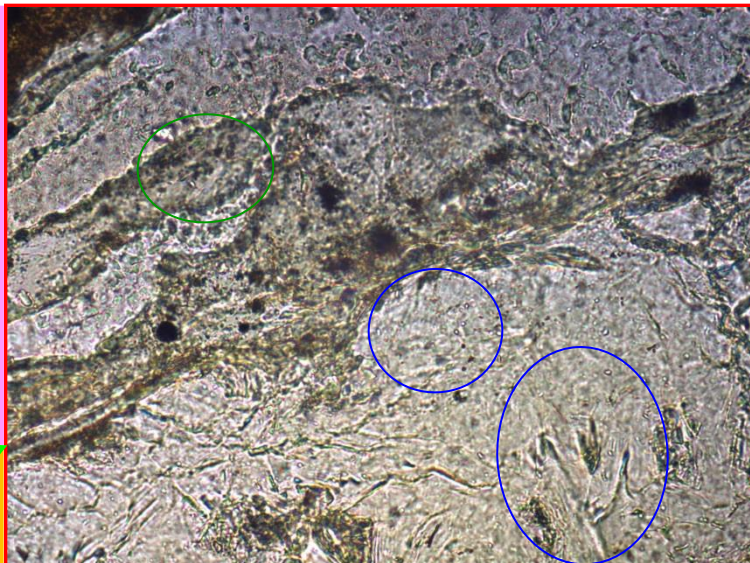
- ・せん断面近傍に自形鉱物が広く晶出している(図中の緑丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで高次の黄色であることから, X線回折分析結果を踏まえると, これらの鉱物は, イライト/スメクタイト混合層鉱物と考えられる。
- ・せん断面近傍に自形鉱物が脈状に晶出している(図中青丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, X線回折分析結果を踏まえると, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石には, 変位・変形は認められない。

凡例	←	: せん断面
	○	: 濁沸石
	○	: イライト/スメクタイト混合層鉱物

薄片観察結果 B23-DR-NW-SE(せん断面①)

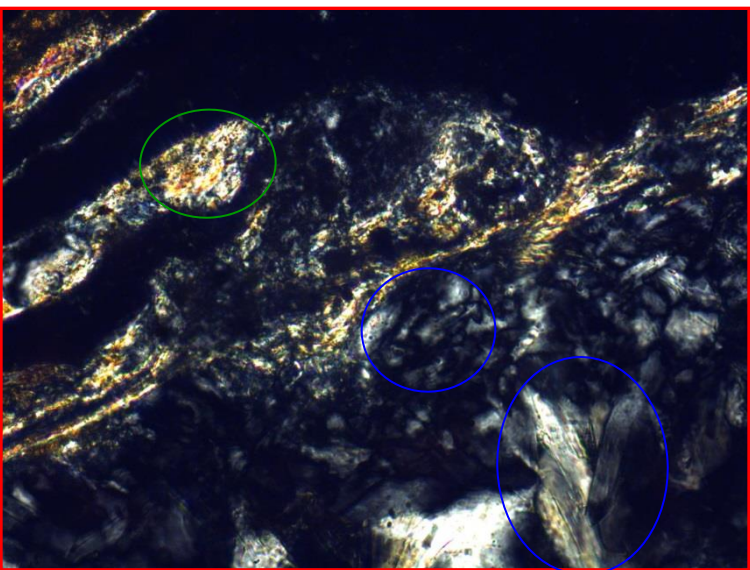
凝灰質頁岩

シーム部



単ニコル

0.1mm



直交ニコル

0.1mm

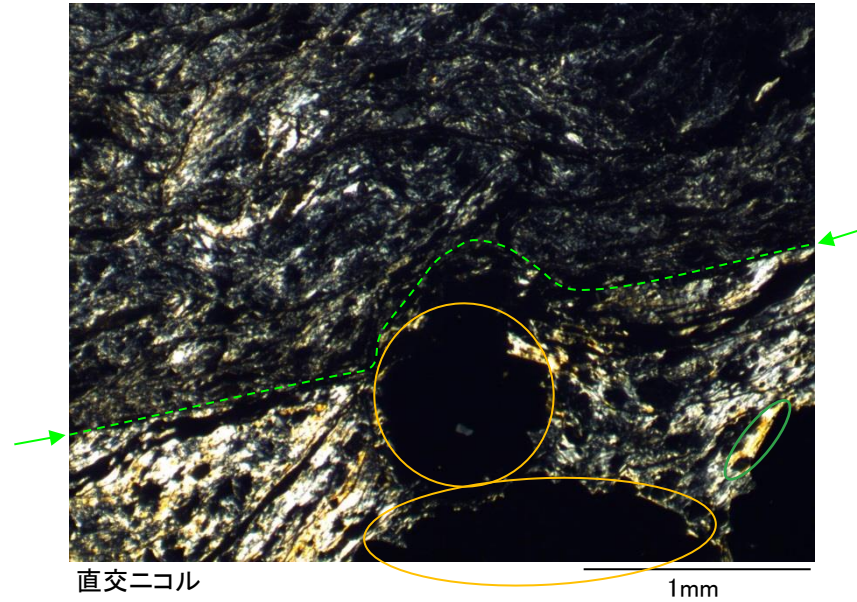
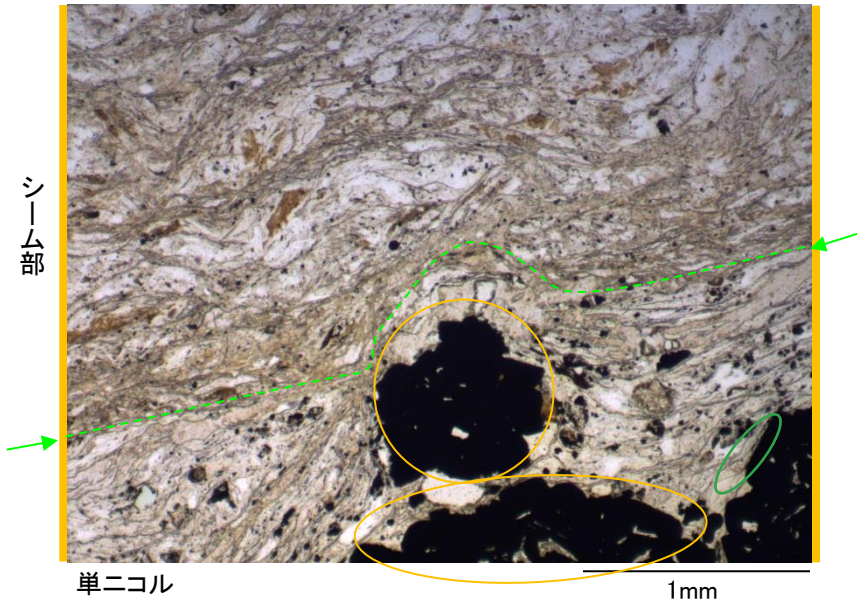
【写真01 拡大2】

- ・せん断面近傍に自形鉱物が広く晶出している(図中の緑丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで高次の黄色であることから, X線回折分析結果を踏まえると, これらの鉱物は, イライト/スメクタイト混合層鉱物と考えられる。
- ・せん断面近傍に自形鉱物が脈状に晶出している(図中青丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, X線回折分析結果を踏まえると, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石には, 変位・変形は認められない。

凡例	←	: せん断面
	○	: 濁沸石
	○	: イライト/スメクタイト混合層鉱物

薄片観察結果 B23-DR-NW-SE(せん断面②)

第223回審査会合
資料2-2 p.52 再掲



【写真02】

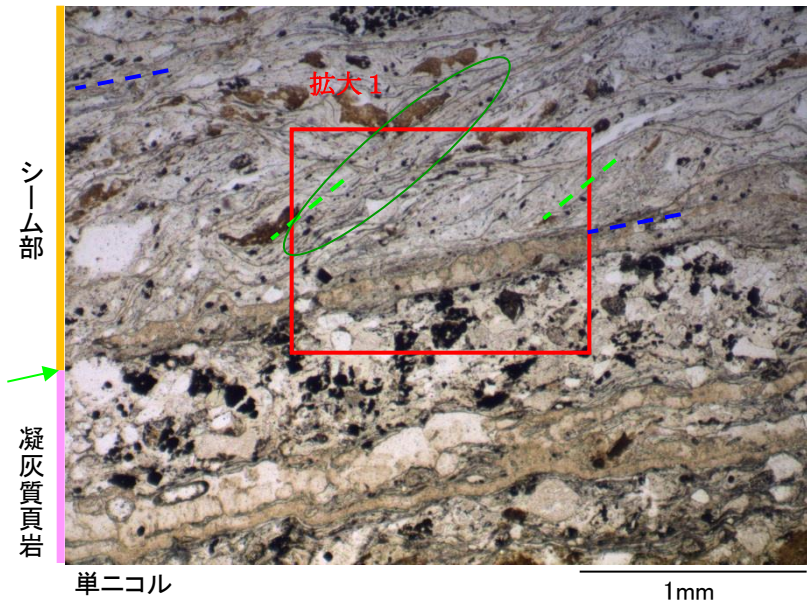
- ・せん断面は大きく湾曲している。
- ・せん断面近傍に自形の鉱物が晶出している。
- ・単ニコル，直交ニコルで不透明であり，角張った方角であることから，X線回折分析結果を踏まえると，黄鉄鉱であると考えられる。
- ・黄鉄鉱には，変位・変形は認められない。

凡例	←	: せん断面
	---	: イライト/スメクタイト混合層鉱物
	○	: 黄鉄鉱

薄片観察結果 B23-DR-NW-SE(せん断面③)

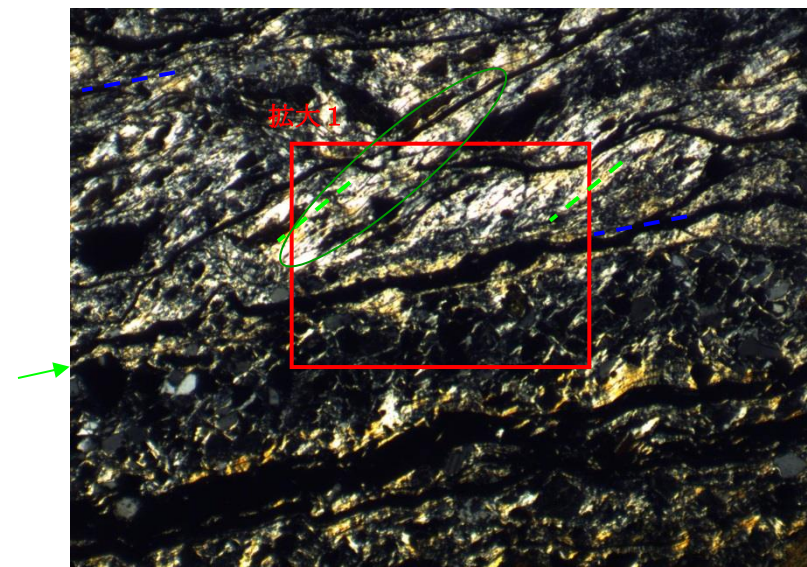
【写真03】

- ・せん断面近傍に自形鉱物が広く晶出している。
- ・単ニコルで無色，直交ニコルで高次の黄色であることから，X線回折分析結果を踏まえると，これらの鉱物は，イライト/スメクタイト混合層鉱物と考えられる。
- ・複合面構造(P面，Y面)から，見かけ右横ずれであるとされる。



単ニコル

1mm

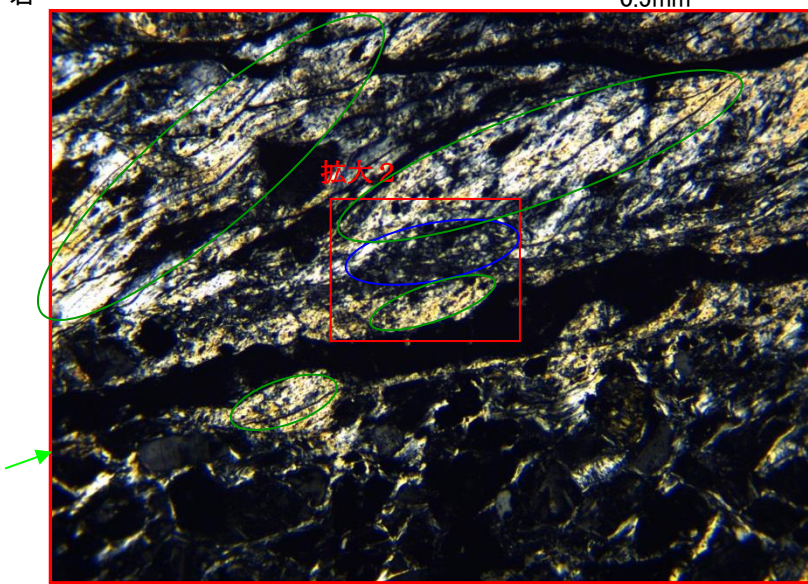
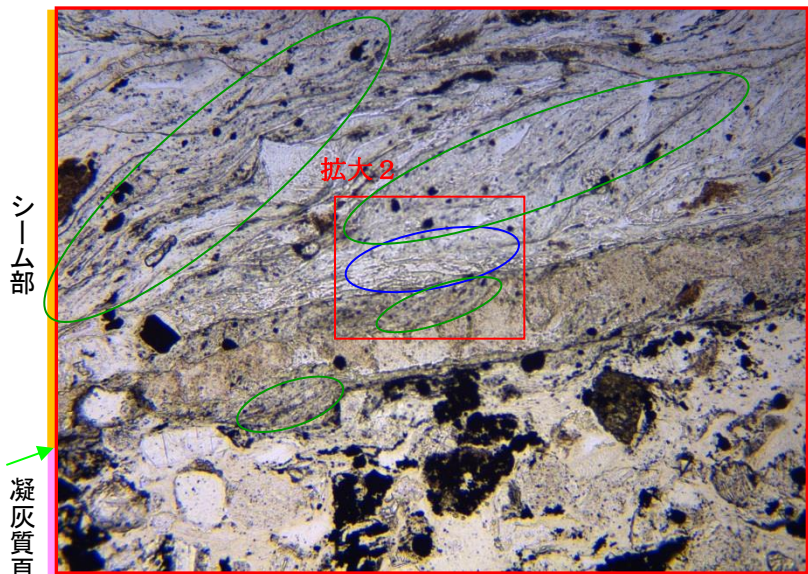


直交ニコル

1mm

凡例	←	: せん断面
	- - -	: P面
	- - -	: Y面
	○	: イライト/スメクタイト混合層鉱物

薄片観察結果 B23-DR-NW-SE(せん断面③)

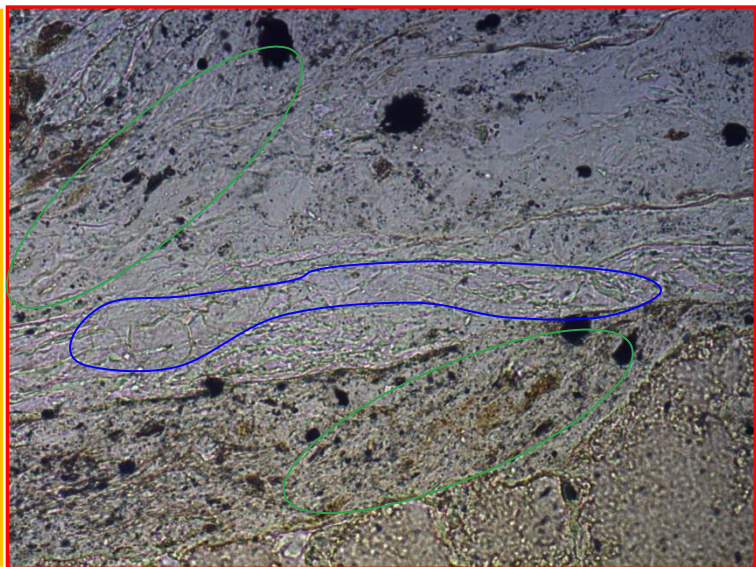


【写真03 拡大1】

- ・せん断面近傍に自形鉱物が脈状に晶出している(図中青丸部分)。
- ・単ニコルで無色，直交ニコルで複屈折が小さく，消光角も小さいことから，X線回折分析結果を踏まえると，濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石には，変位・変形は認められない。

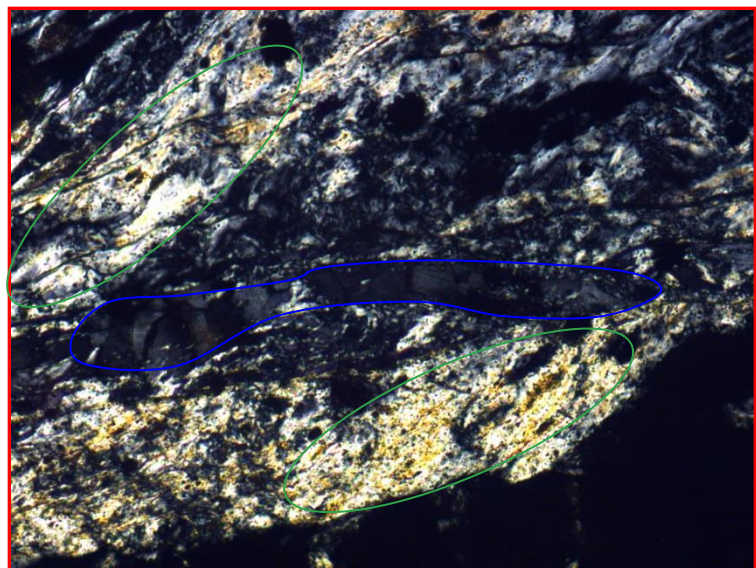
凡例	←	: せん断面
	○	: イライト/スメクタイト混合層鉱物
	○	: 濁沸石

シーム部



単ニコル

0.1mm



直交ニコル

0.1mm

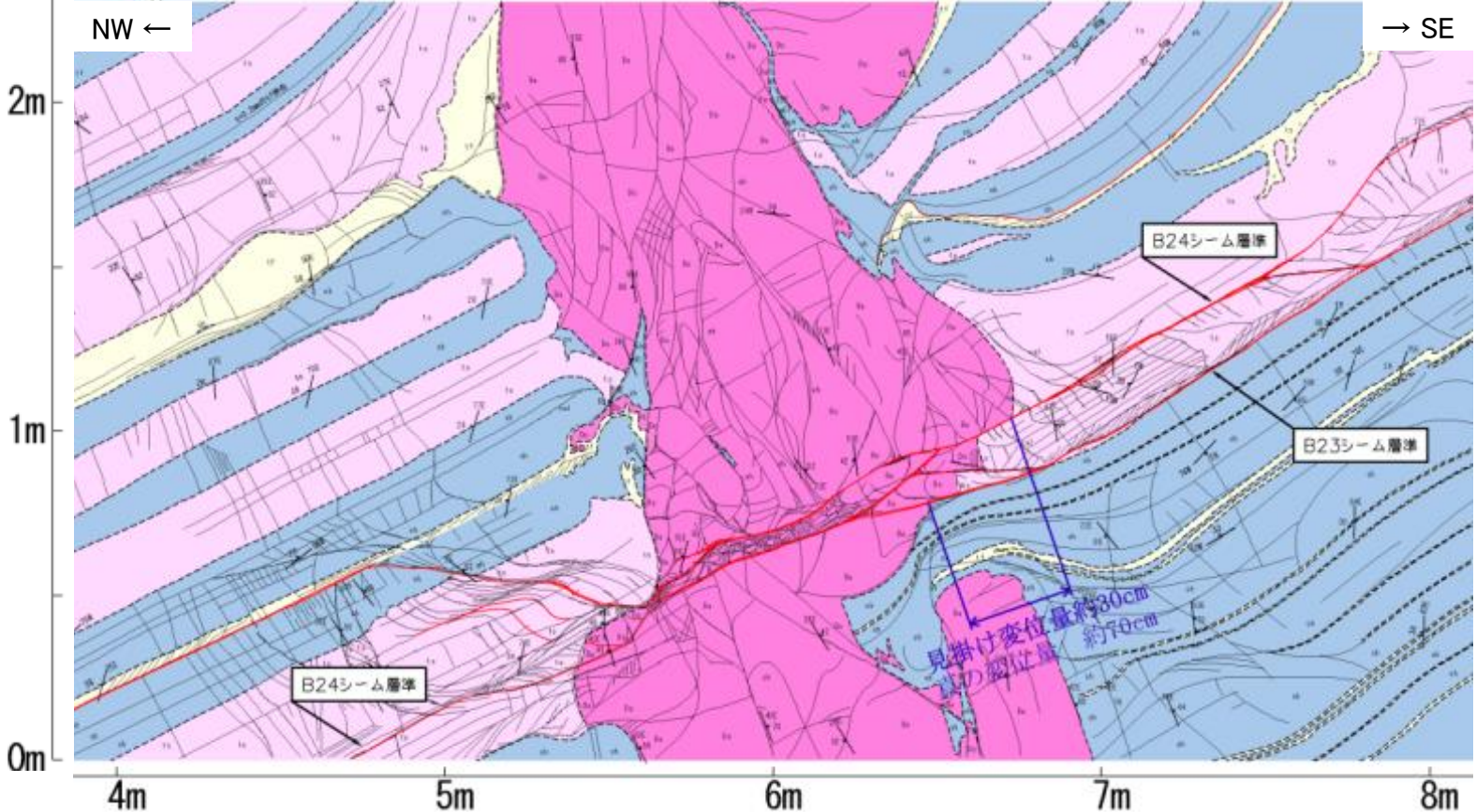
【写真03 拡大2】

- ・せん断面近傍に自形鉱物が脈状に晶出している(図中青丸部分)。
- ・単ニコルで無色, 直交ニコルで複屈折が小さく, 消光角も小さいことから, X線回折分析結果を踏まえると, 濁沸石(ローモンタイト)であると考えられる。
- ・濁沸石には, 変位・変形は認められない。

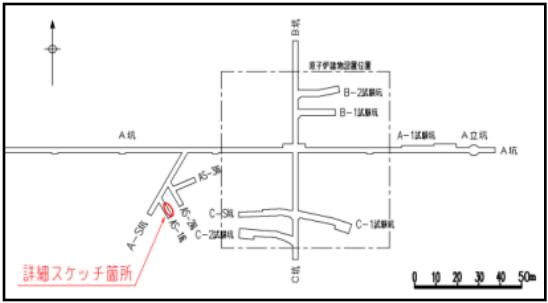
- 凡例
- : イライト/スメクタイト混合層鉱物
 - : 濁沸石

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ③B23シームとB24シームの関係 貫入岩(岩脈)との切断関係

- 凡例
- 地質境界
 - 割れ目の走向傾斜
 - 壁面となった割れ目の面の走向傾斜
 - 貫入面の走向傾斜
 - 層理面の走向傾斜
 - ☉ 湧水(涌水状)
 - 割れ目
 - 粘土を伴う不連続面
 - sh 黑色頁岩
 - ts 凝灰質頁岩
 - sf 凝灰岩
 - Do ドレライト

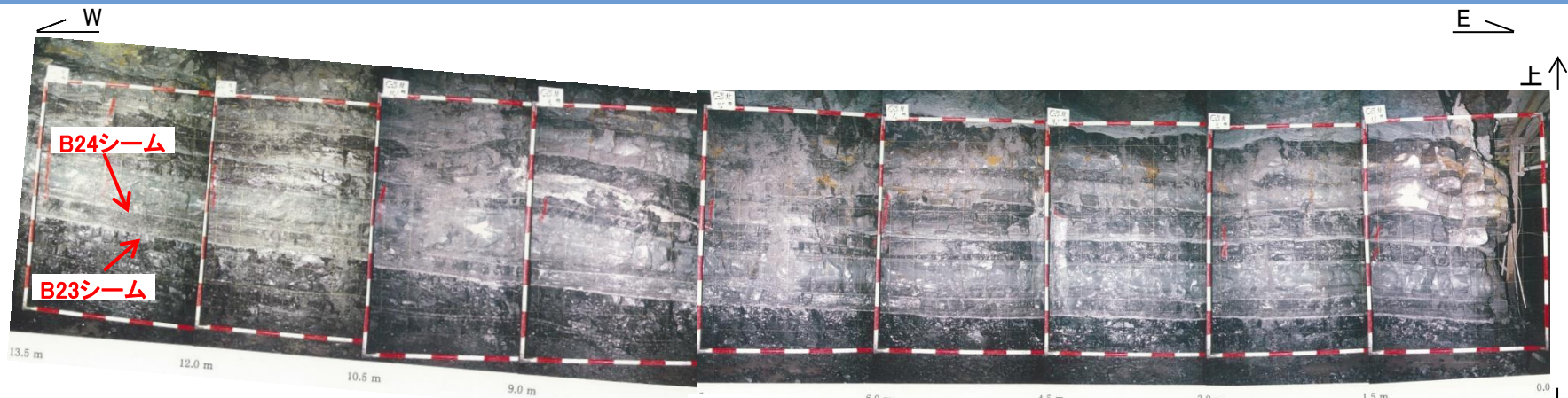


※ シームの想定変位量は、試掘坑壁上の見かけで最大30cm程度であり、観察位置での岩脈の貫入方向(N48° E)と条線方向(N22° E)を加味して算出した真の変位量で最大約70cmである。

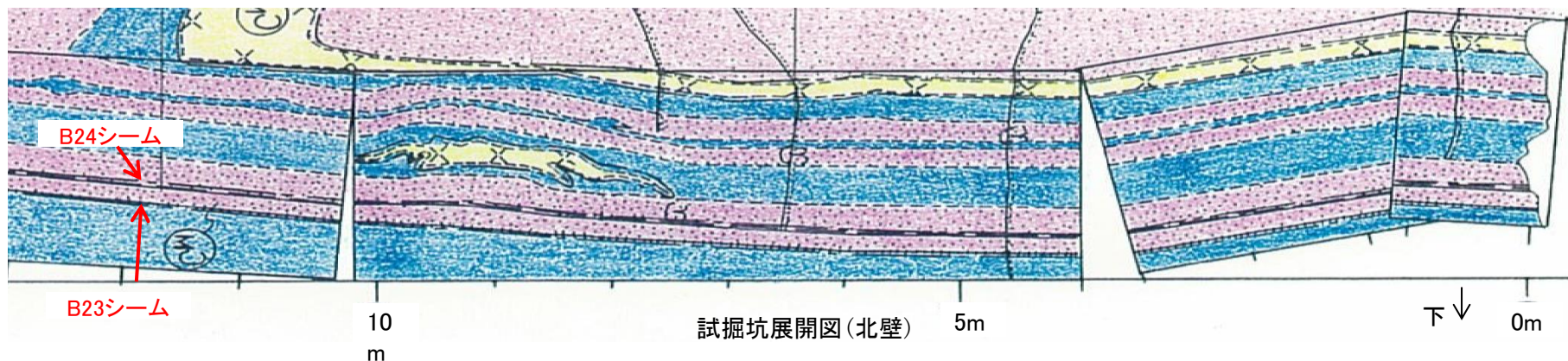


- ・試掘坑内の壁面観察の結果、ドレライトの岩脈がB23シーム及びB24シームによって切られており、その変位方向は重力性の変位のセンスとは異なり、上盤側が南方へずり上がる方向である。
- ・このことから、シームの変位方向は、新第三紀中新世の南北圧縮応力場における褶曲運動に調和的であると考えられる。

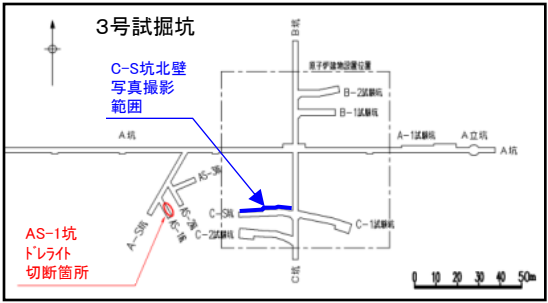
試掘坑写真・スケッチ (B23・B24シーム, C-S坑北壁0~13.5m)



試掘坑側壁写真(北壁)



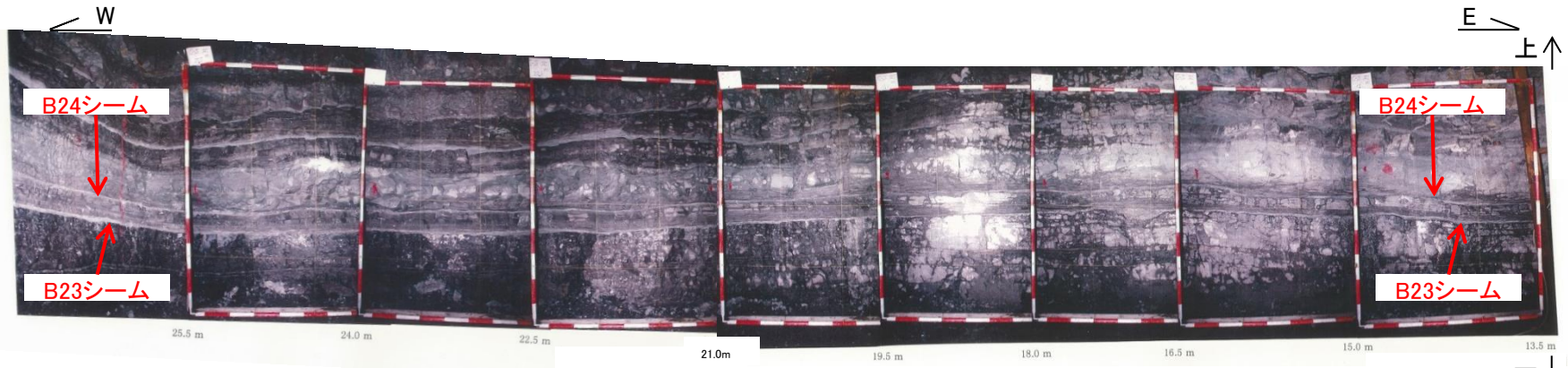
試掘坑展開図(北壁)



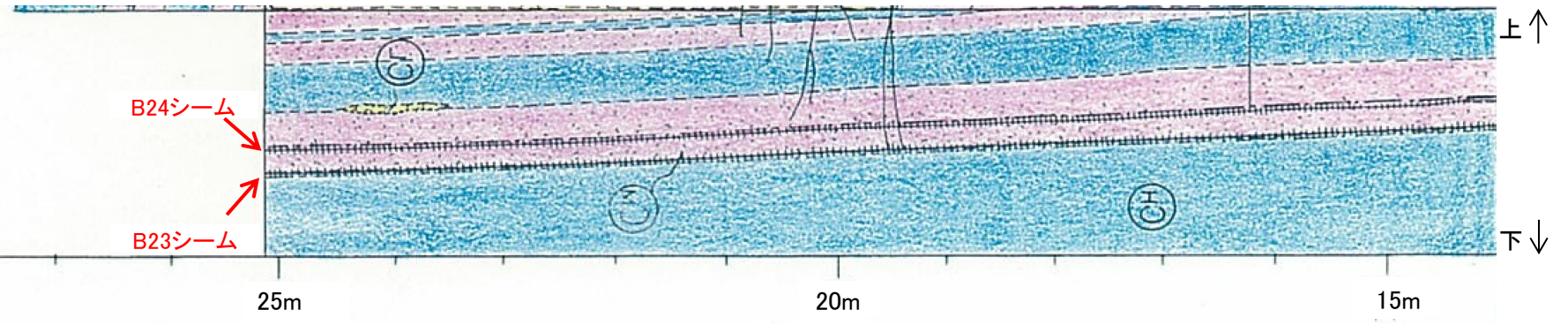
凡 例			
	: 黒色頁岩		: 岩相区分線
	: 凝灰質頁岩		: 密着割れ目
	: 火山礫凝灰岩		: 酸化割れ目
	: 岩級区分記号		: 粘土を挟む割れ目
	: 湧水		: 細礫化部分を伴う割れ目

- ・B23シームは黒色頁岩と凝灰質頁岩の境界部に認められ、B24シームはその10~20cm上位の凝灰質頁岩に認められる。
- ・B23シーム及びB24シームはほぼ同一層内に平行に分布している。

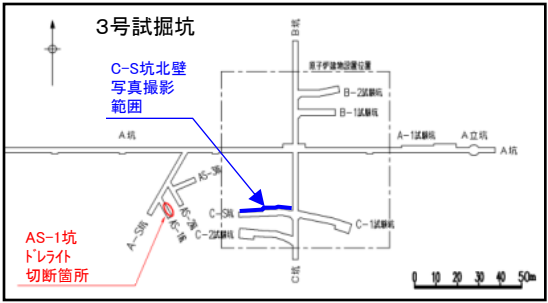
4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ③B23シームとB24シームの関係
 試掘坑写真・スケッチ (B23・B24シーム, C-S坑北壁13.5~25.5m)



試掘坑側壁写真(北壁)



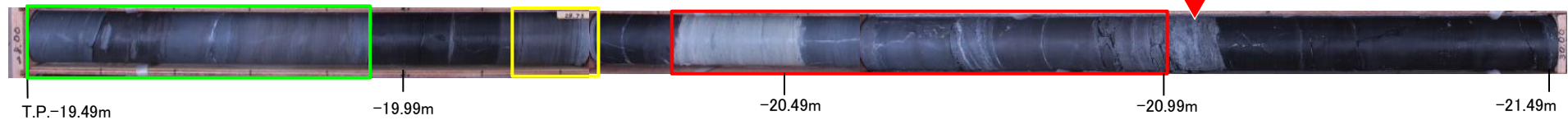
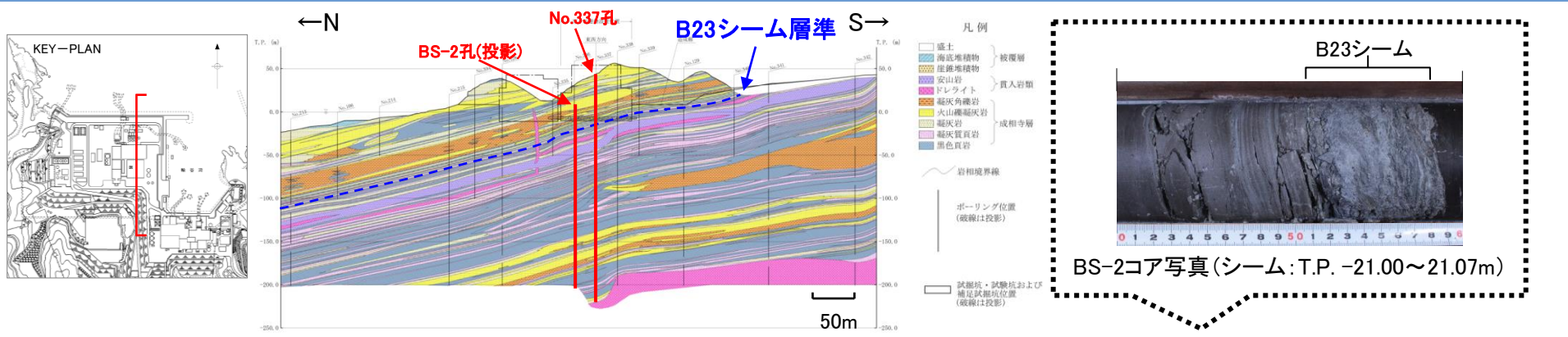
試掘坑展開図(北壁)



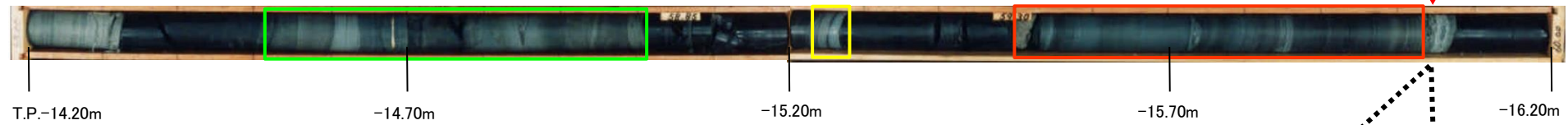
凡 例

	: 黒色頁岩		: 岩相区分線
	: 凝灰質頁岩		: 密着割れ目
	: 火山礫凝灰岩		: 酸化割れ目
	: 岩級区分記号		: 粘土を挟む割れ目
			: 細礫化部分を伴う割れ目
	: 湧水		

シームの特定(BS-2, B23シーム)



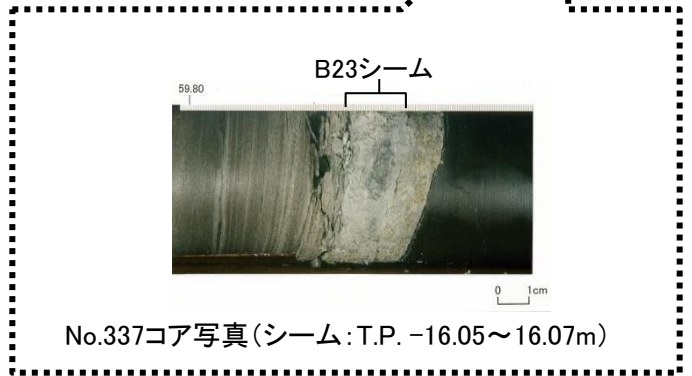
BS-2コア写真(T.P.-19.49~21.49 m)



No.337コア写真(T.P.-14.20~16.20m)

- ▼ : B23シーム
- □ □ : 鍵層となる凝灰岩または凝灰質頁岩

・B23シームの前後に出現する特徴的な凝灰岩または凝灰質頁岩(鍵層)により、地層を対比した結果、BS-2孔のT.P.-21.00~21.07m付近のシームはB23シームと判断した。



薄片観察結果 BS2-B23 薄片全体写真

凡例
□ : 薄片作製位置

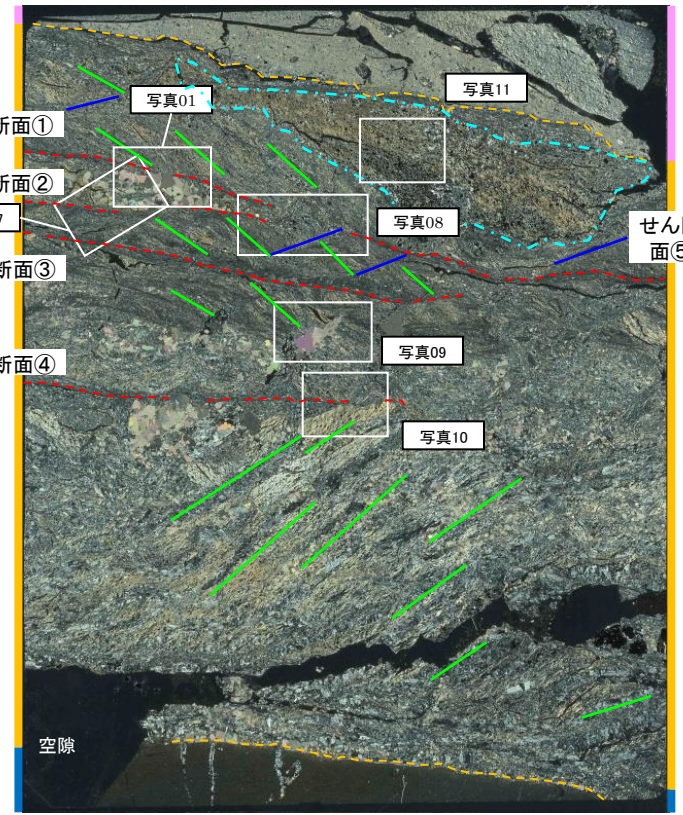


B23シーム研磨片写真



単ニコル

薄片全体写真(平成27年撮影)

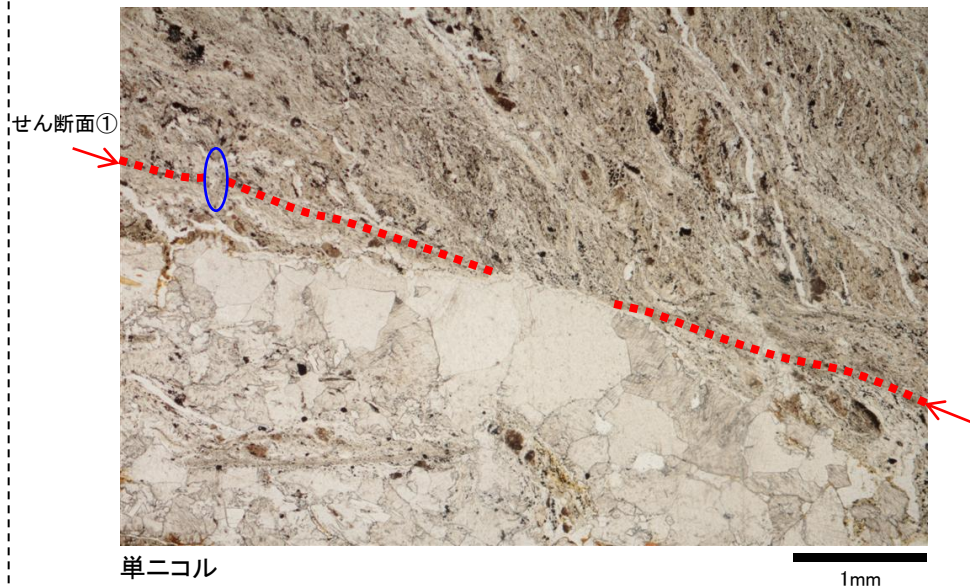


直交ニコル

凡例
 - - - : せん断面
 - - - : シーム境界
 - - - : R面
 - - - : P面
 - - - : 不透明鉱物密集部

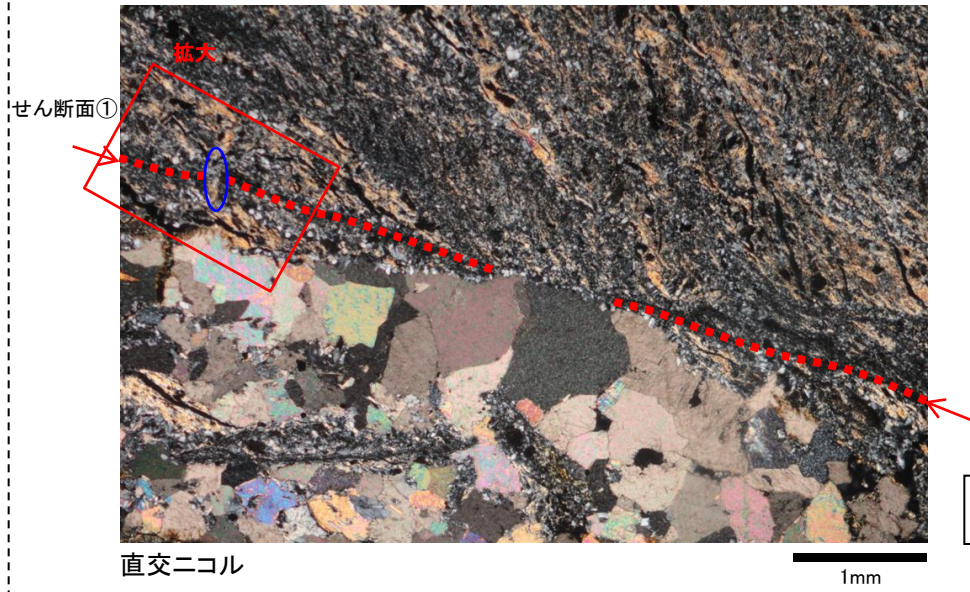
- ・薄片全体を横断するようなせん断面は認められないが、細粒化しているせん断面のうち、比較的直線性・連続性が高い5本のせん断面を抽出した。
- ・シーム内のせん断面④付近を境に上部に左横ずれセンス(逆断層センス), 下部に右横ずれセンス(正断層センス)が認められる。
- ・シームと上盤母岩の境界部には、不透明鉱物の密集部が認められる。

薄片観察結果 BS2-B23



【写真01】

・自形鉱物が晶出してせん断面①は途切れている。自形鉱物は変位・変形を受けていない。



凡例

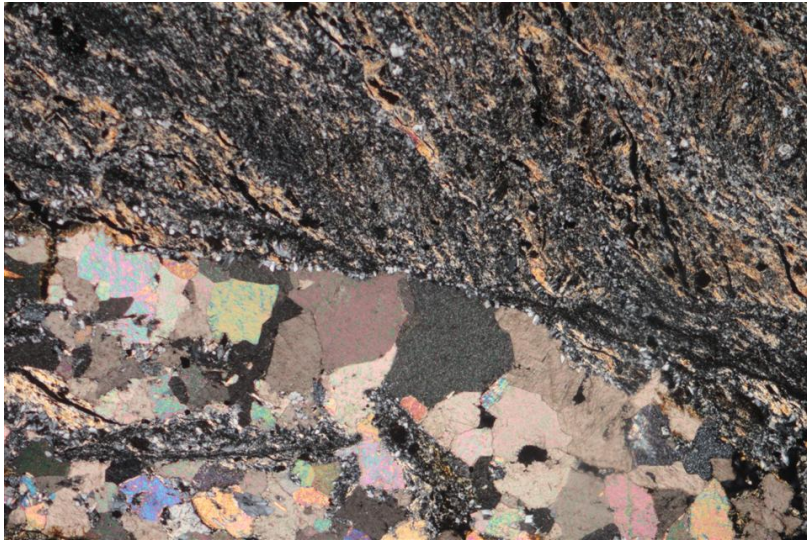
- せん断面
- 濁沸石

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



単ニコル

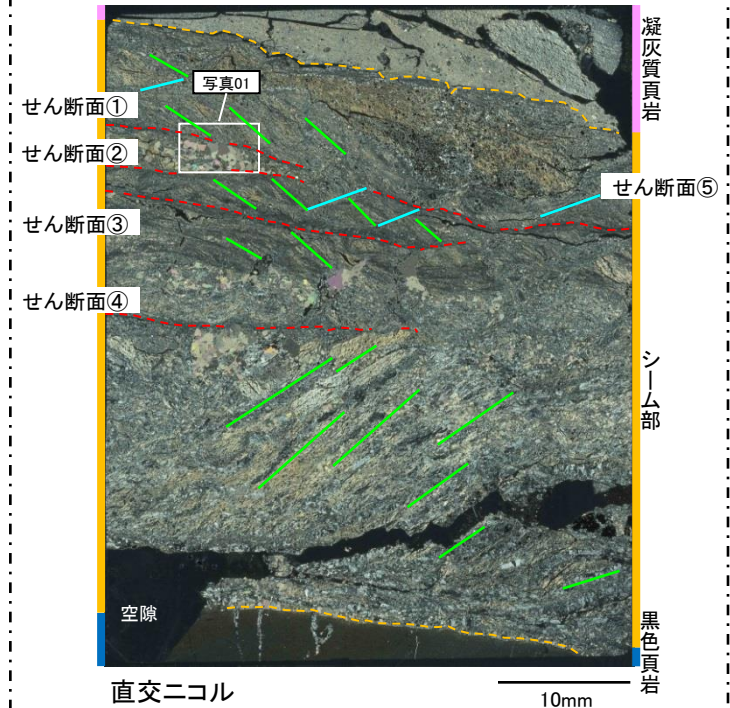
1mm



直交ニコル

1mm

KEY-PLAN

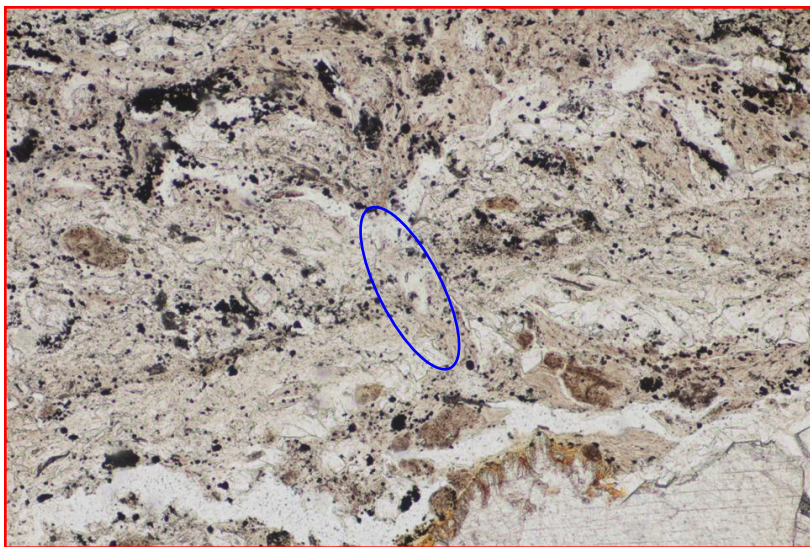


直交ニコル

10mm

凡例	--- : せん断面	--- : シーム境界
	— : R面	— : P面

薄片観察結果 BS2-B23

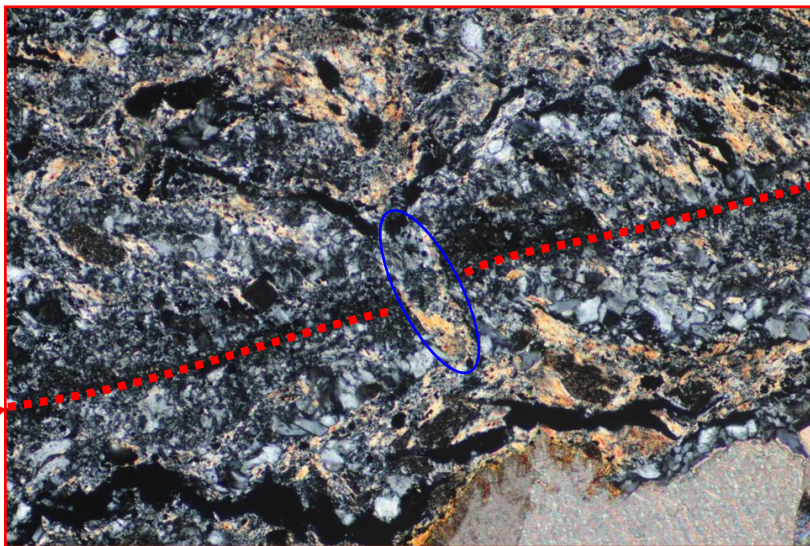


単ニコル

0.5mm

【写真01 拡大】

- ・せん断面①を横切るように晶出する鉱物は、単ニコルで無色、板状で劈開が顕著であり、直交ニコルで複屈折が小さく、消光角も小さいことから、X線回折分析の結果を踏まえると、濁沸石であると考えられる。
- ・濁沸石は変位・変形を受けていない。



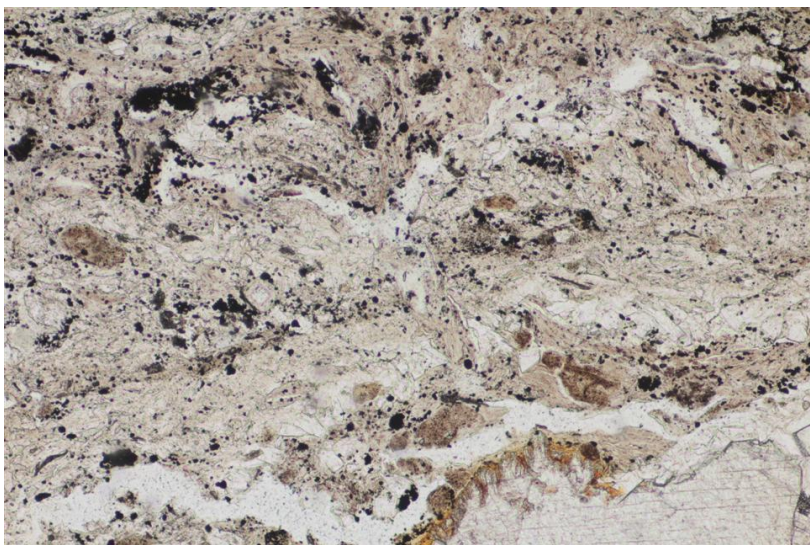
直交ニコル

0.5mm

せん断面①

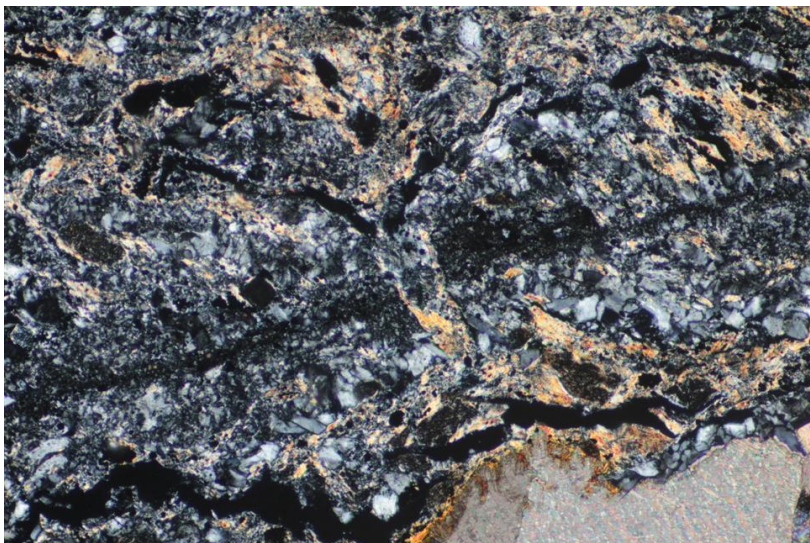
凡例
- - - : せん断面
 : 濁沸石

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



単ニコル

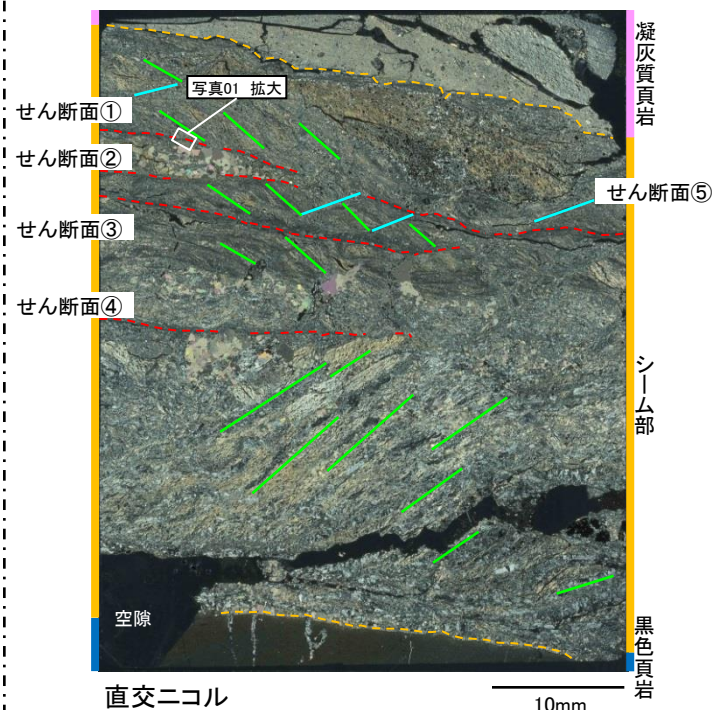
0.5mm



直交ニコル

0.5mm

KEY-PLAN



直交ニコル

10mm

- | | | |
|----|------------|-------------|
| 凡例 | --- : せん断面 | --- : シーム境界 |
| | — : R面 | — : P面 |

薄片観察結果 BS2-B23

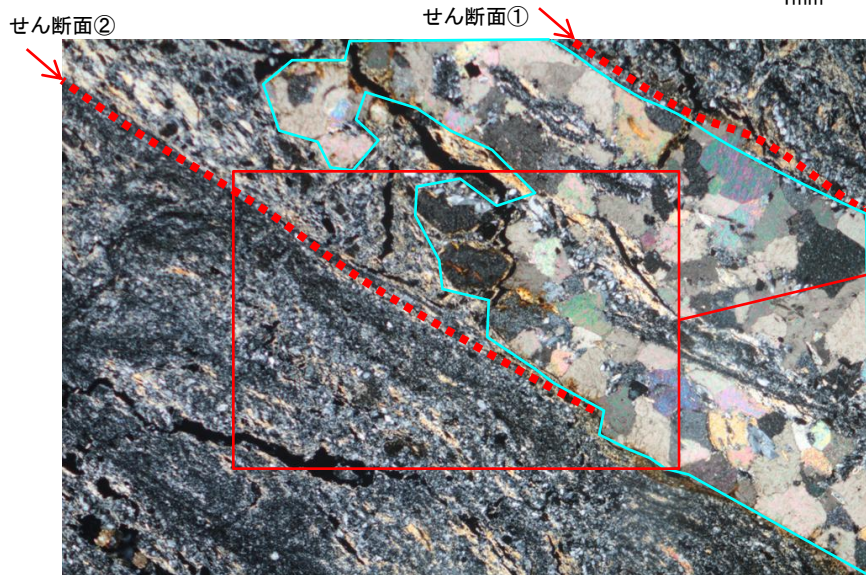


【写真07】

- ・自形鉱物が晶出してせん断面②は途切れている。自形鉱物
は変位・変形を受けていない。
- ・自形鉱物は、単ニコルで無色で劈開が顕著であり、直交ニコ
ルで高次の干渉色を示すことから、X線回折分析結果を踏ま
えると、方解石であると考えられる。

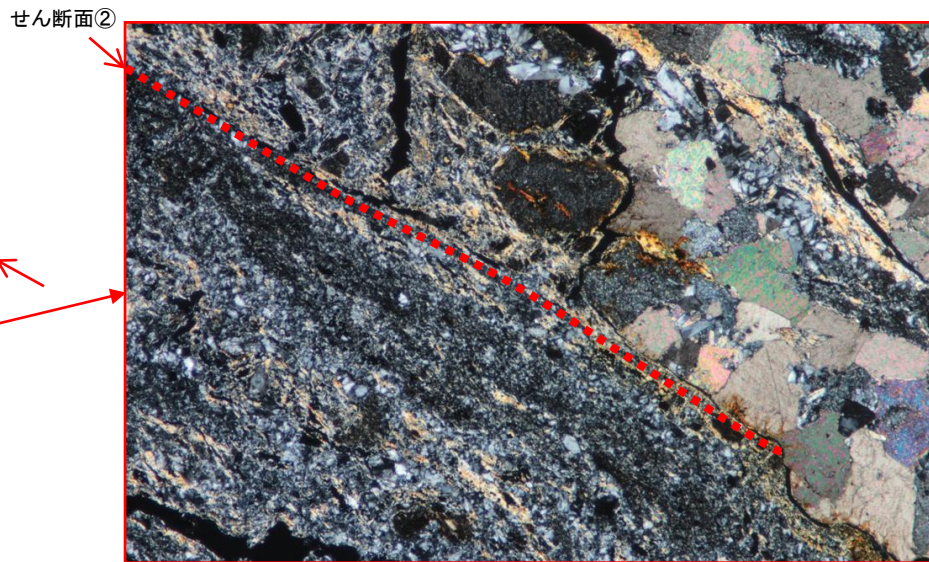
単ニコル

1mm



直交ニコル

1mm



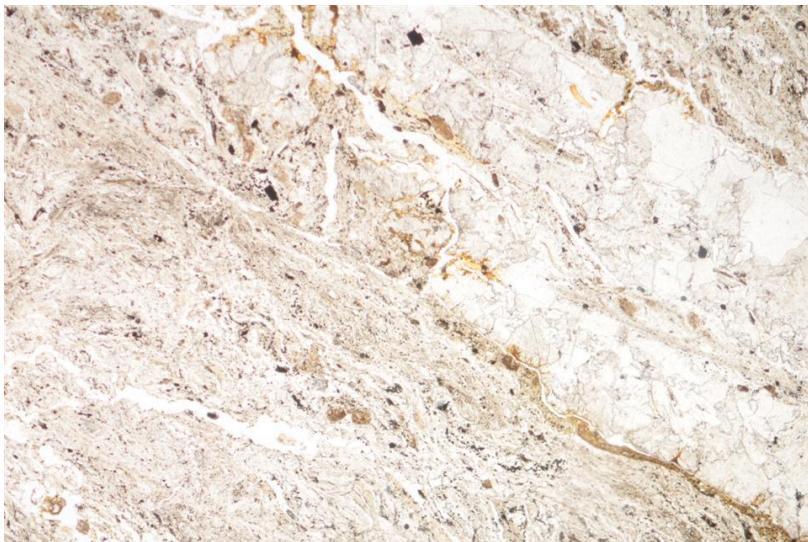
直交ニコル

1mm

凡例
- - - ↖ : せん断面
○ : 方解石

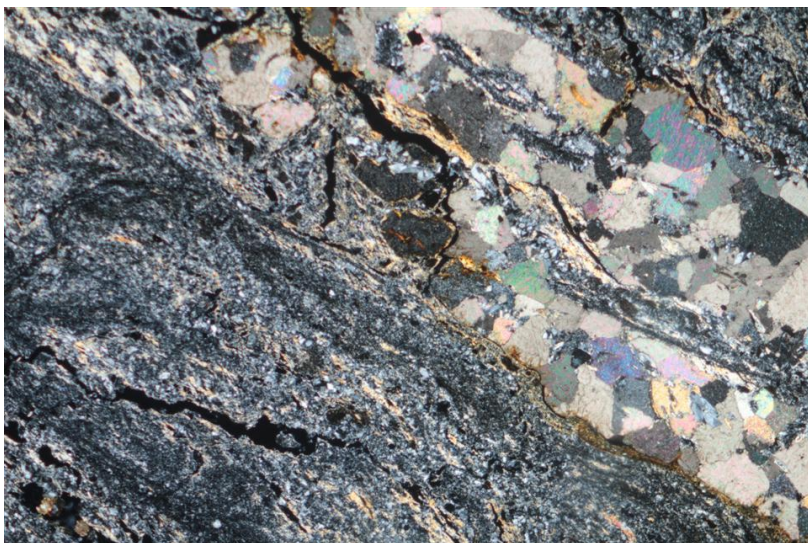
(平成27年撮影)

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



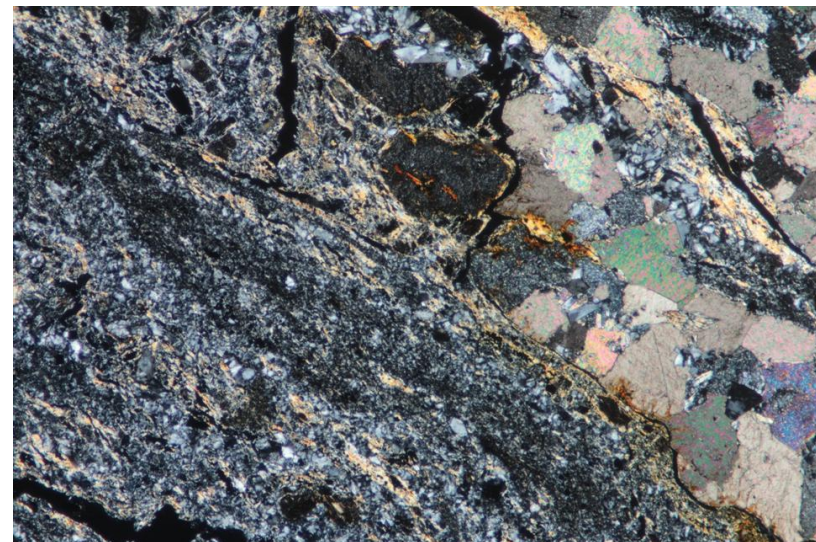
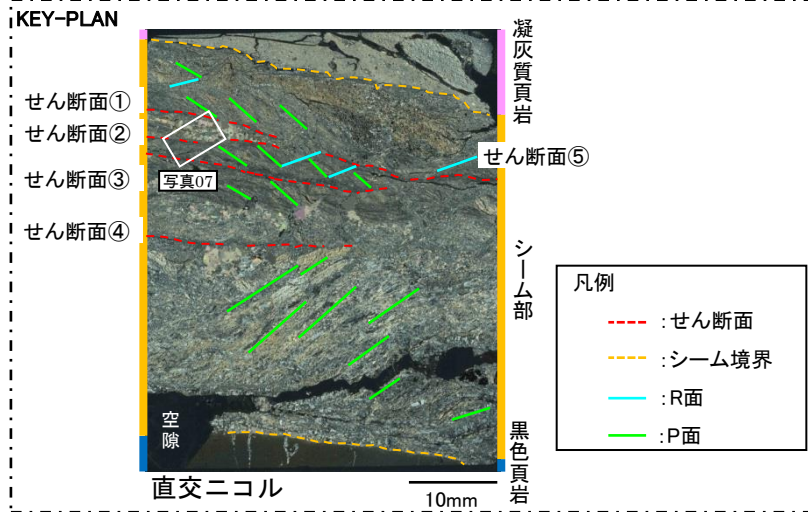
単ニコル

1mm



直交ニコル

1mm



直交ニコル

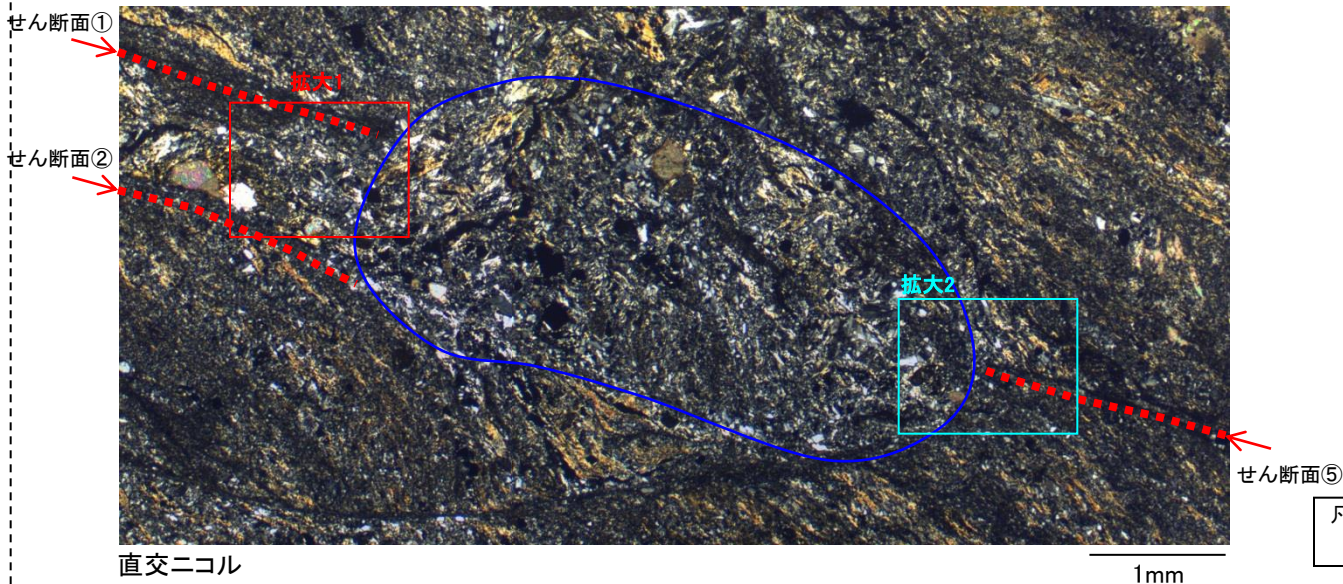
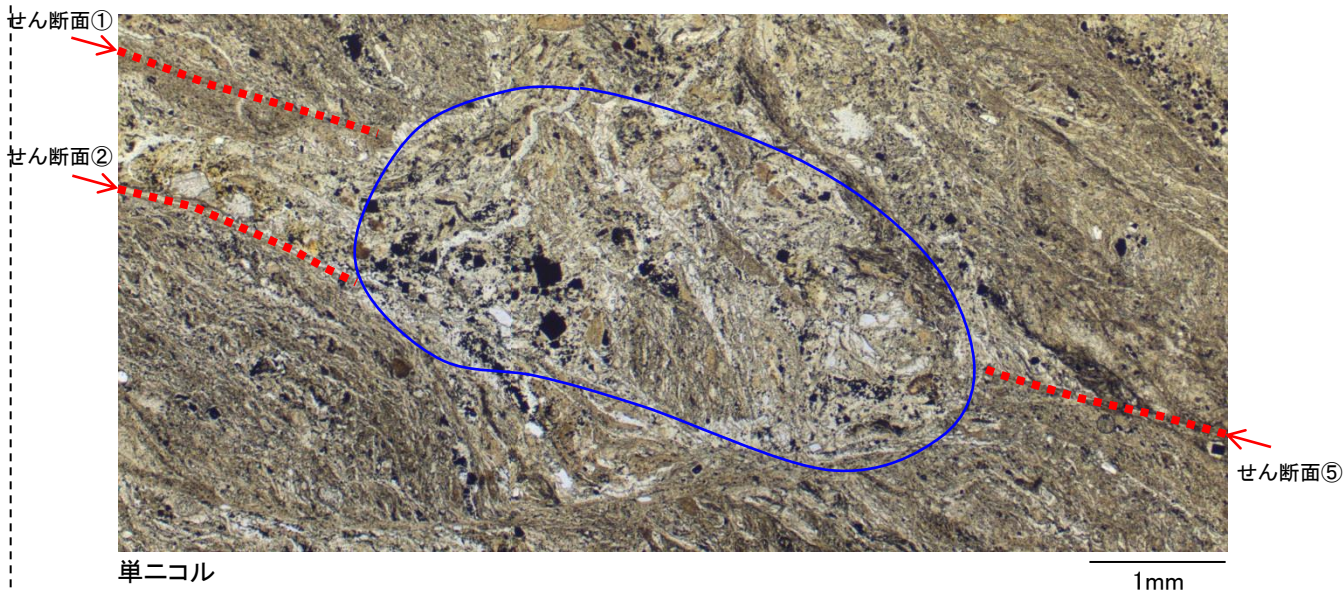
1mm

(平成27年撮影)

薄片観察結果 BS2-B23

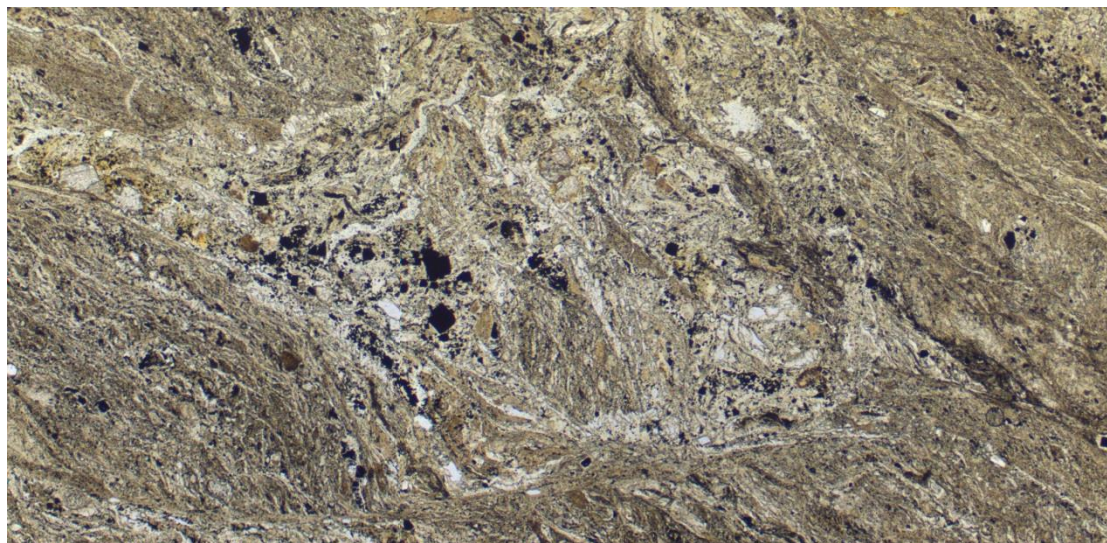
【鏡下写真08】

・せん断面①, ②及び⑤を横切るように、鉱物が晶出しており、変位・変形を受けていない。



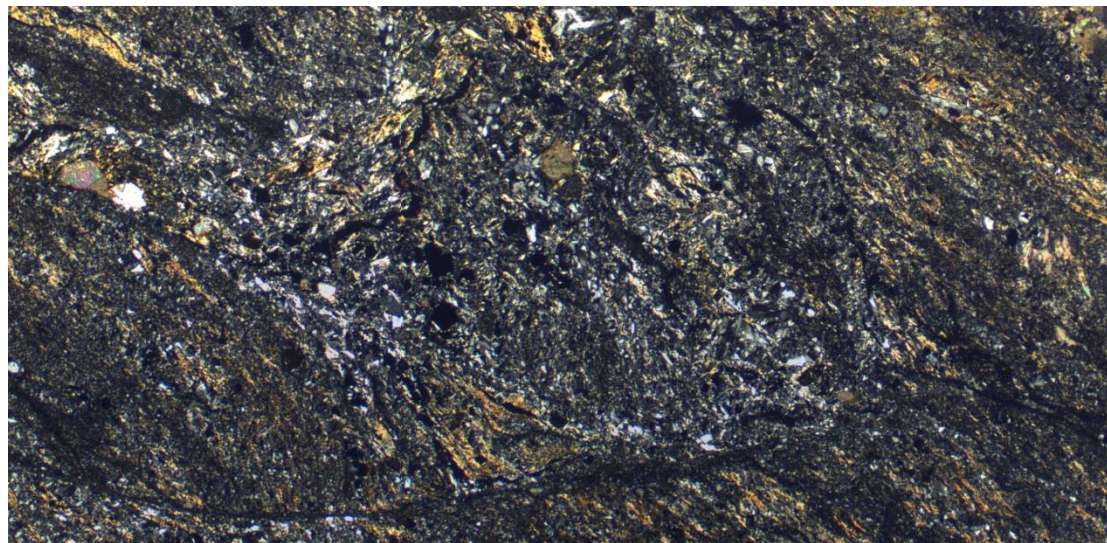
凡例
- - - : せん断面
 : 濁沸石

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



単ニコル

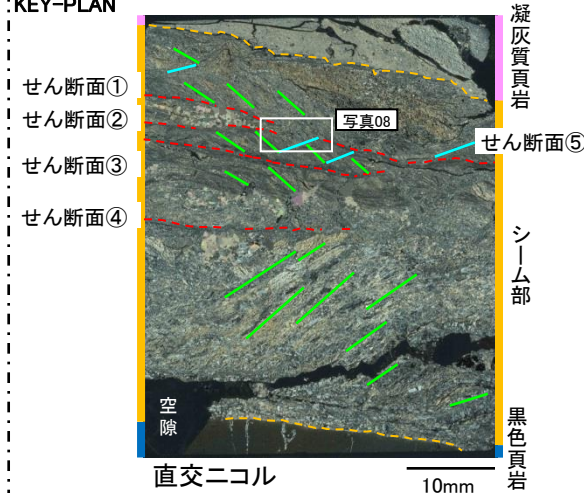
1mm



直交ニコル

1mm

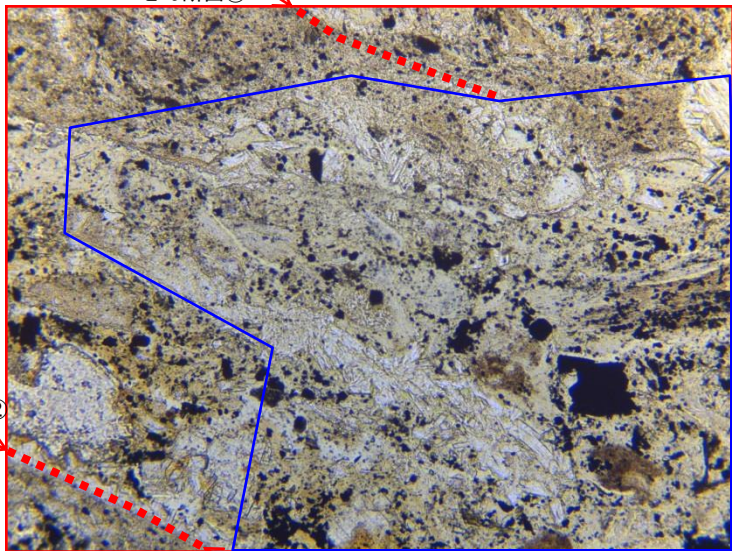
KEY-PLAN



- 凡例
- : せん断面
 - : シーム境界
 - : R面
 - : P面

薄片観察結果 BS2-B23

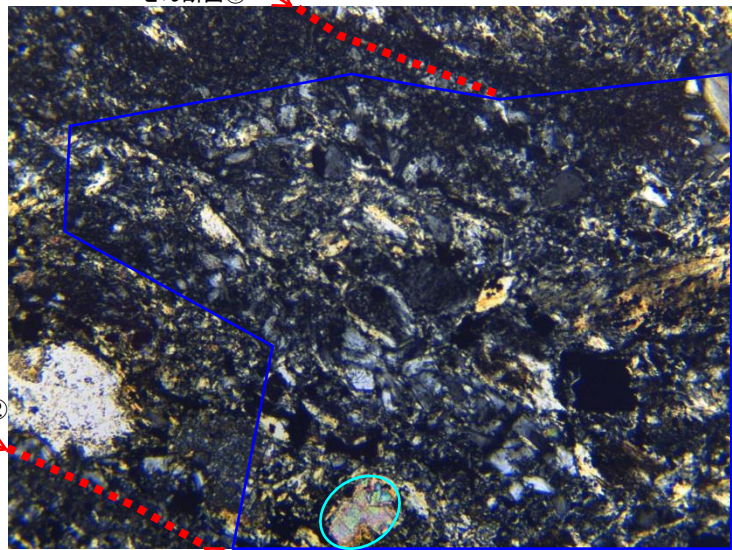
せん断面①



単ニコル

0.5mm

せん断面①



直交ニコル

0.5mm

せん断面②

せん断面②

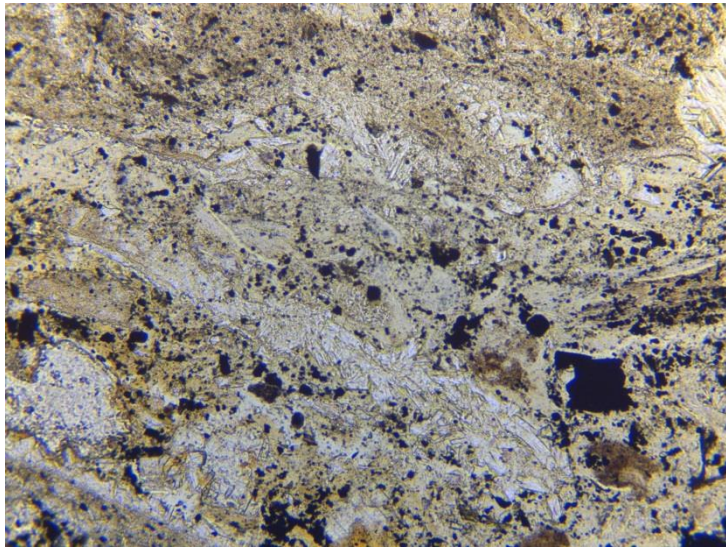
【鏡下写真08 拡大1】

- ・せん断面①を横断するように晶出する鉱物脈は、単ニコルで無色、板状で劈開が顕著であり、直交ニコルで複屈折が小さく、消光角も小さいことから、X線回折分析の結果を踏まえると、濁沸石であると考えられる。
- ・濁沸石は変位・変形を受けていない。

凡例	
	:せん断面
	:方解石
	:濁沸石

(平成27年撮影)

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)

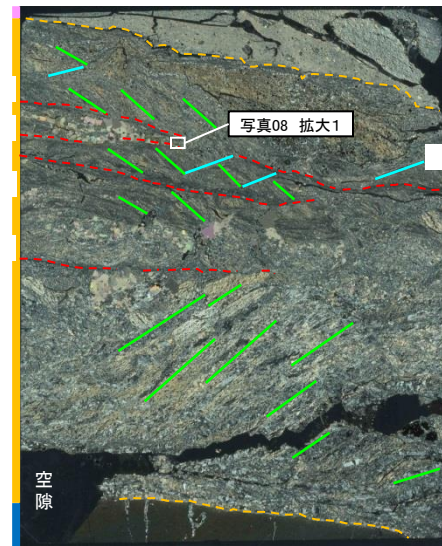


単ニコル

0.5mm

KEY-PLAN

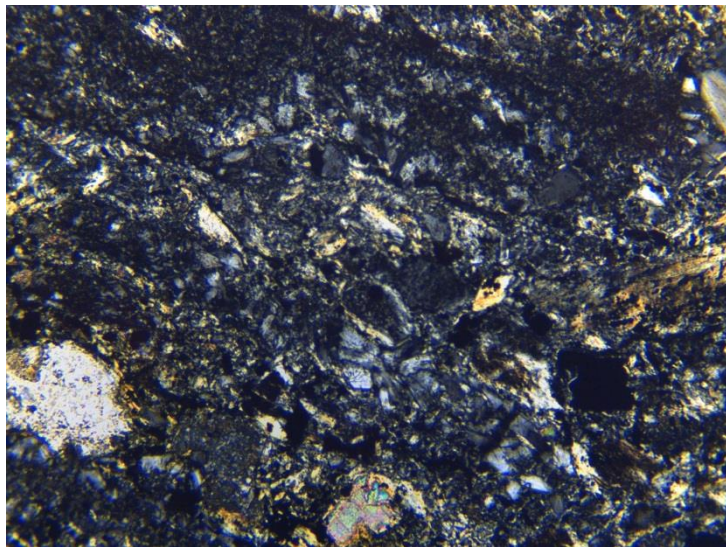
- せん断面①
- せん断面②
- せん断面③
- せん断面④



直交ニコル

10mm

凡例	
---	:せん断面
- - -	:シーム境界
—	:R面
—	:P面



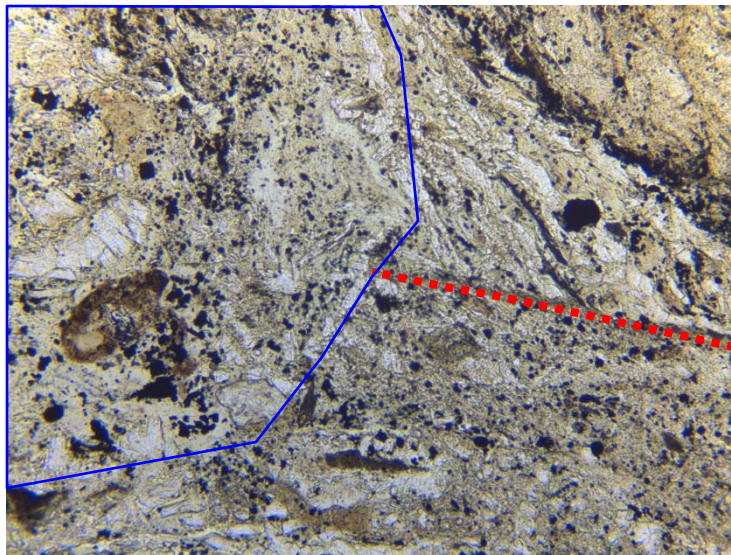
直交ニコル

0.5mm

薄片観察結果 BS2-B23

【鏡下写真08 拡大2】

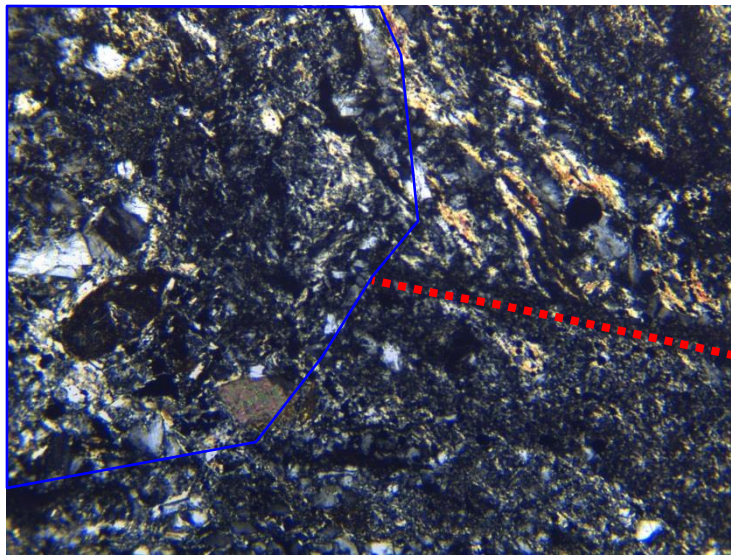
- ・せん断面⑤を横断するように晶出する鉱物脈は、単ニコルで無色、板状で劈開が顕著であり、直交ニコルで複屈折が小さく、消光角も小さいことから、X線回折分析の結果を踏まえると、濁沸石であると考えられる。
- ・濁沸石は変位・変形を受けていない。



単ニコル

0.5mm

せん断面⑤



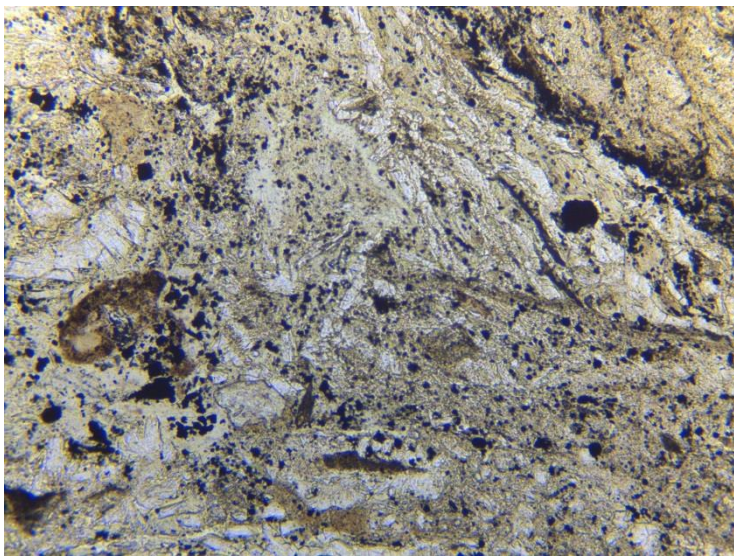
直交ニコル

0.5mm

せん断面⑤

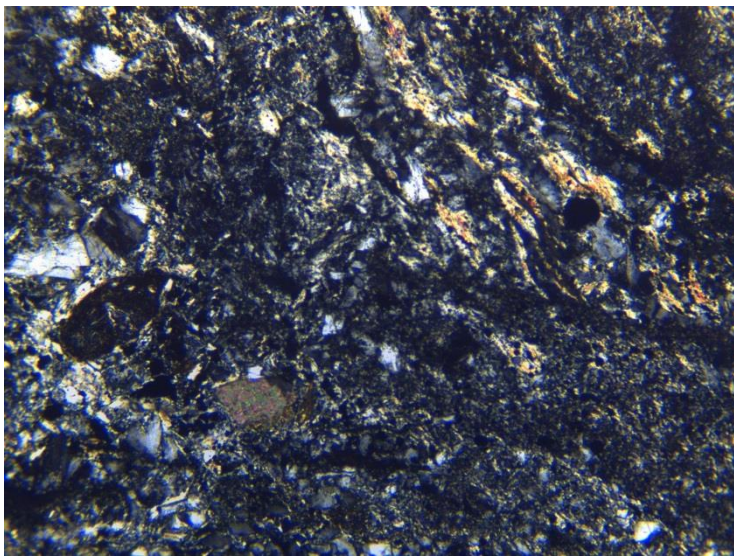
凡例		:せん断面
		:濁沸石

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



単ニコル

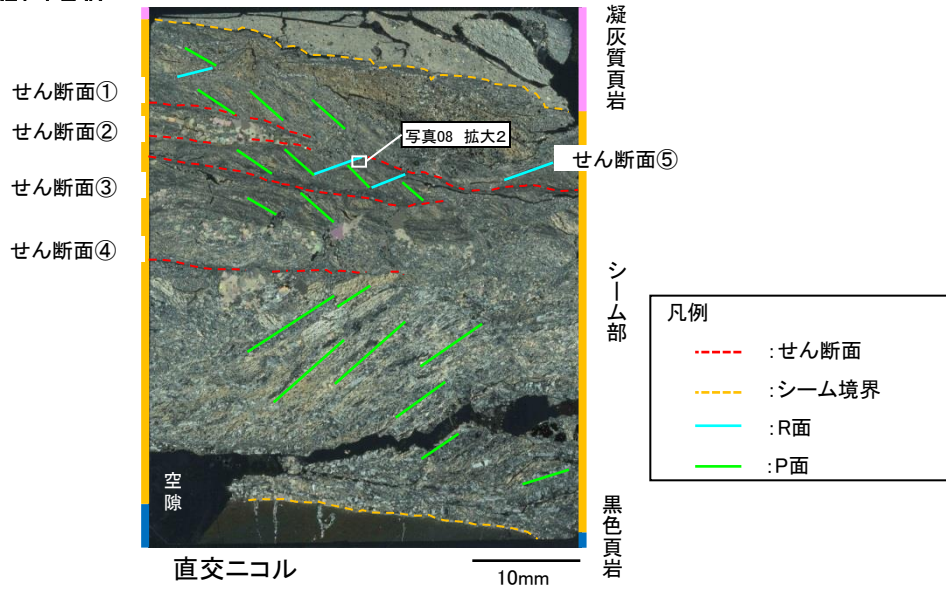
0.5mm



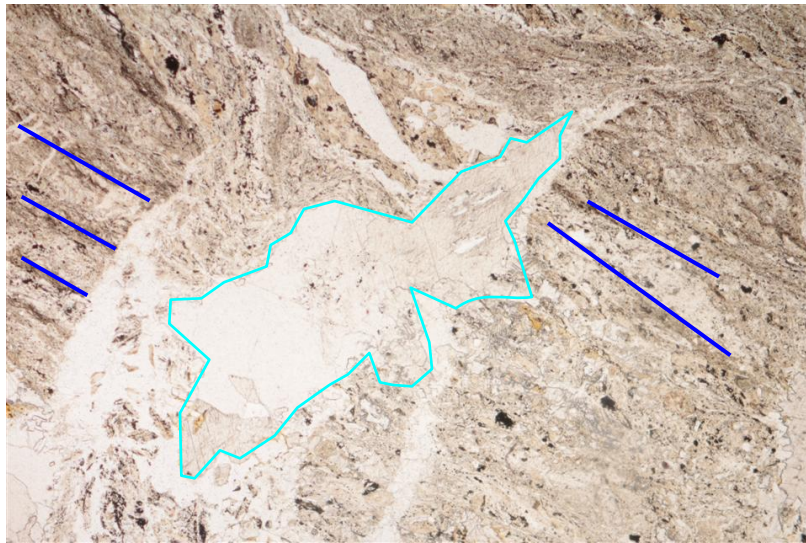
直交ニコル

0.5mm

KEY-PLAN

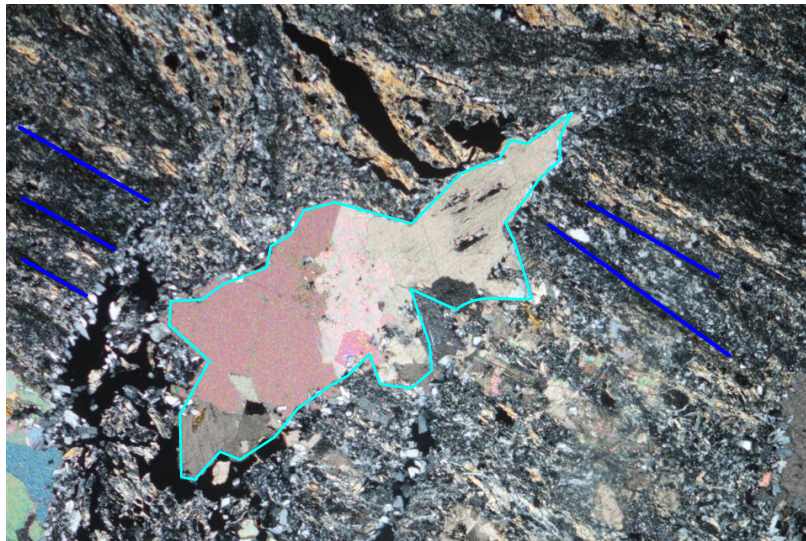


薄片観察結果 BS2-B23



単ニコル

1mm





直交ニコル

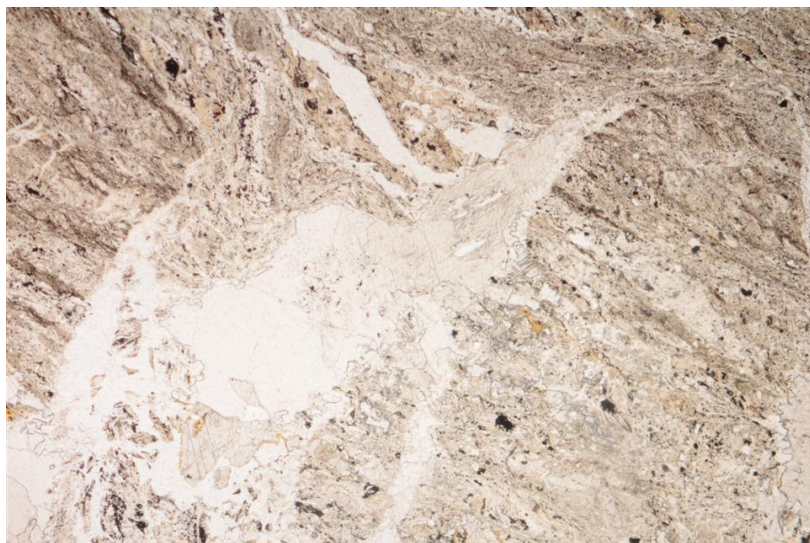
1mm

【写真09】

- ・シーム内に葉状の面構造(P面)が確認できる。P面の方向と薄片作製方向から、逆断層センスであると考えられる。
- ・P面を横切るように鉱物が晶出しており、変位・変形を受けていない。
- ・P面を横切るように晶出する鉱物は、単ニコルで無色で劈開が顕著であり、直交ニコルで高次の干渉色を示すことから、X線回折分析結果を踏まえると、方解石であると考えられる。

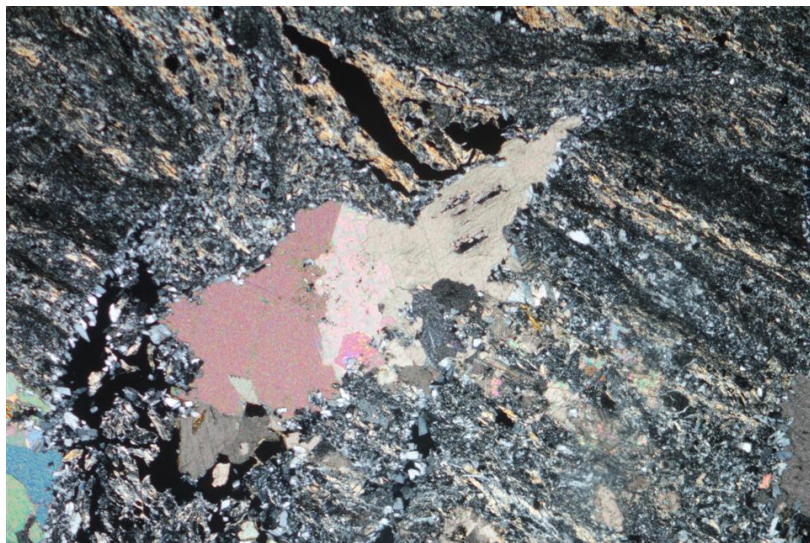
凡例	 : 方解石	 : P面
----	---	--

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



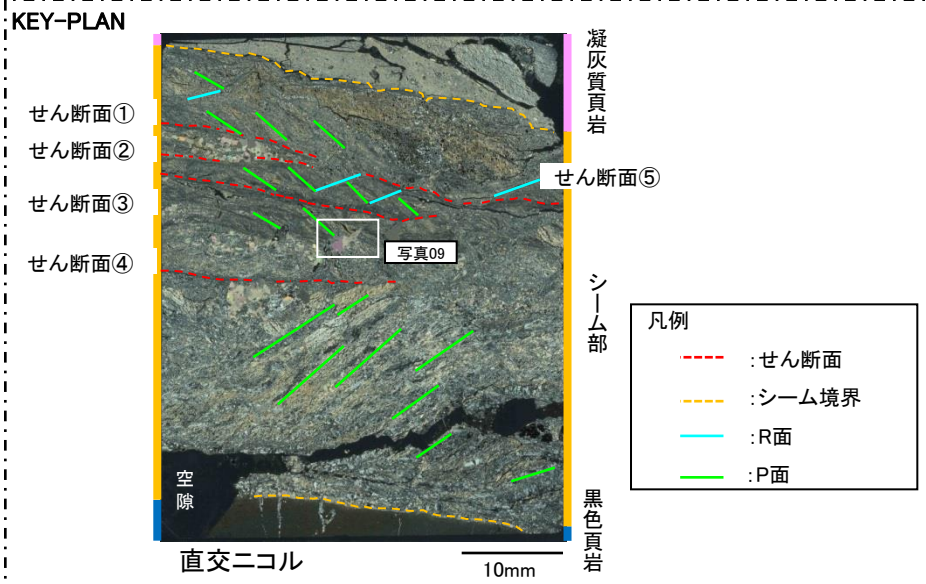
単ニコル

1mm

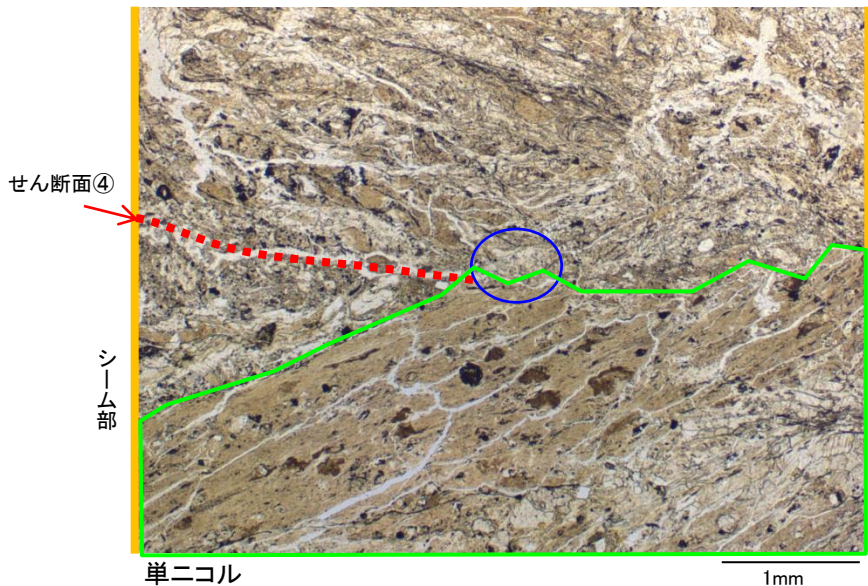


直交ニコル

1mm

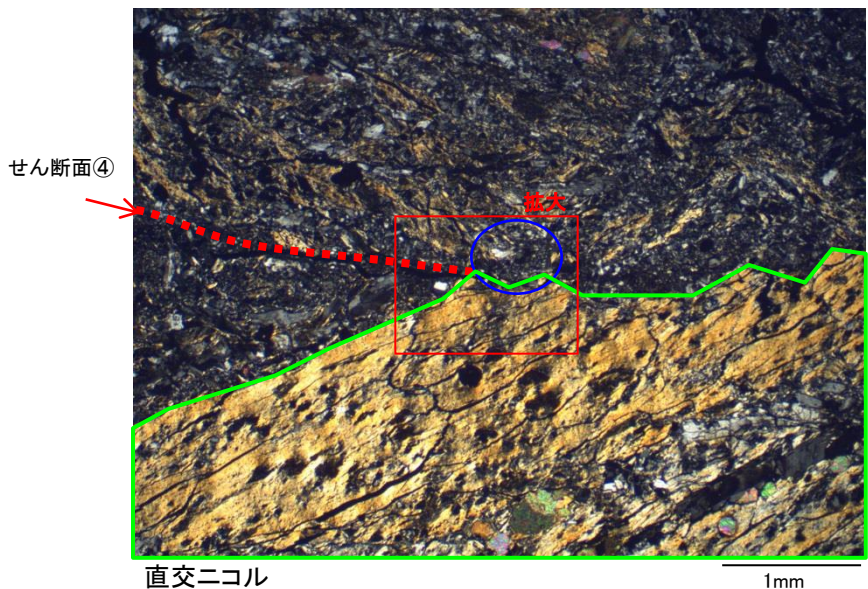


薄片観察結果 BS2-B23



【写真10】

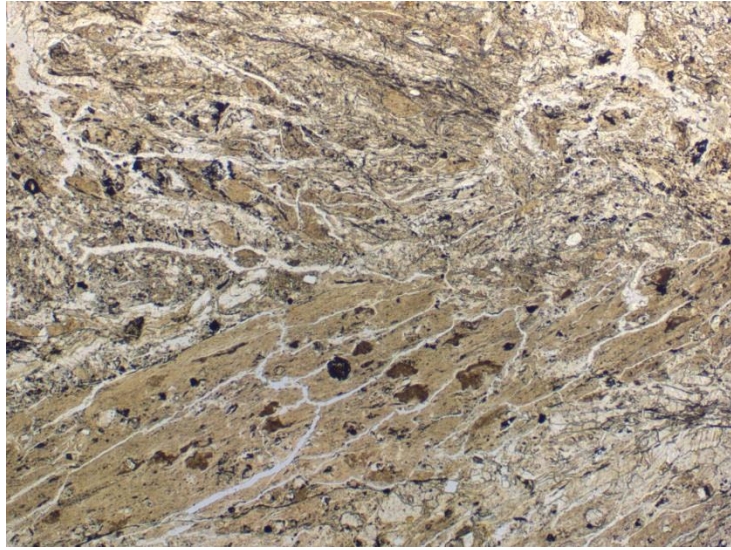
- ・せん断面④上部には左横ずれセンス(逆断層センス), 下部には右横ずれセンス(正断層センス)が認められる。
- ・せん断面④の下側には, 直交ニコルで黄金色のイライト/スメクタイト混合層鉱物が確認できるが, 上部の逆断層センスの構造に切断されている。



凡例

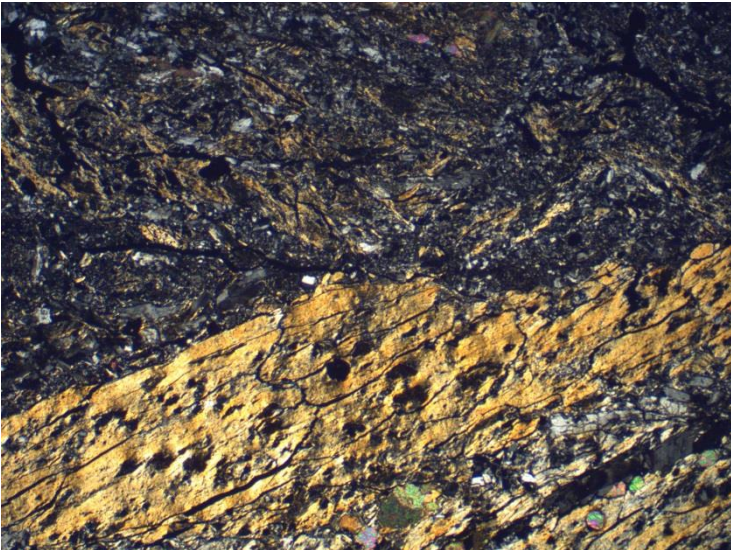
- ← : せん断面
- : 濁沸石
- : イライト/スメクタイト混合層鉱物

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



単ニコル

1mm

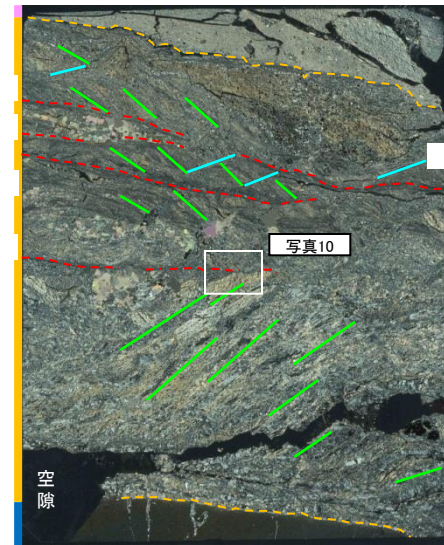


直交ニコル

1mm

KEY-PLAN

- せん断面①
- せん断面②
- せん断面③
- せん断面④



凝灰質頁岩

せん断面⑤

シーム部

黒色頁岩

写真10

直交ニコル

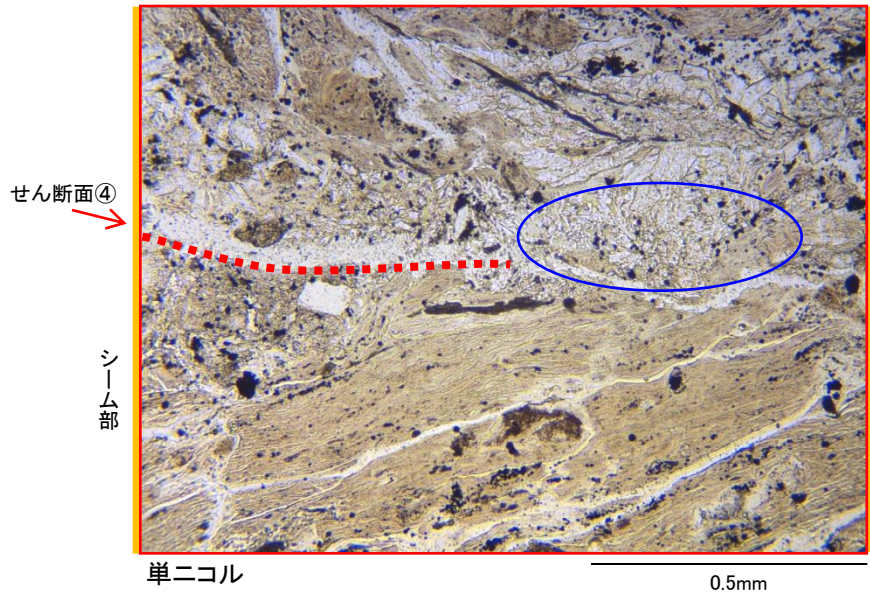
10mm

空隙

凡例

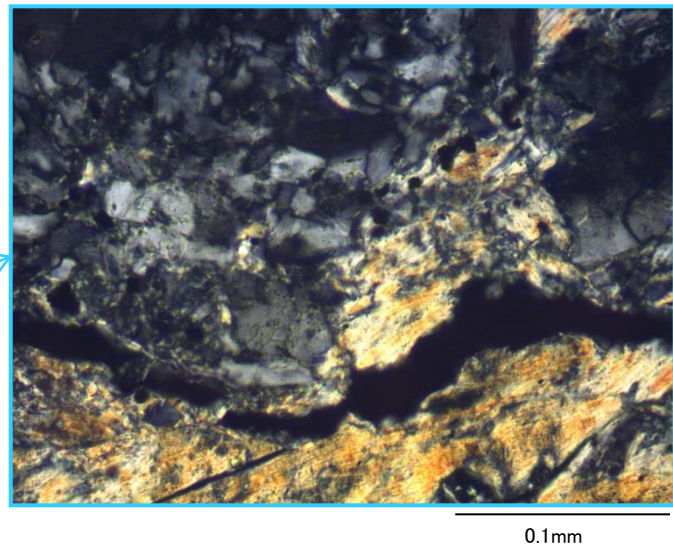
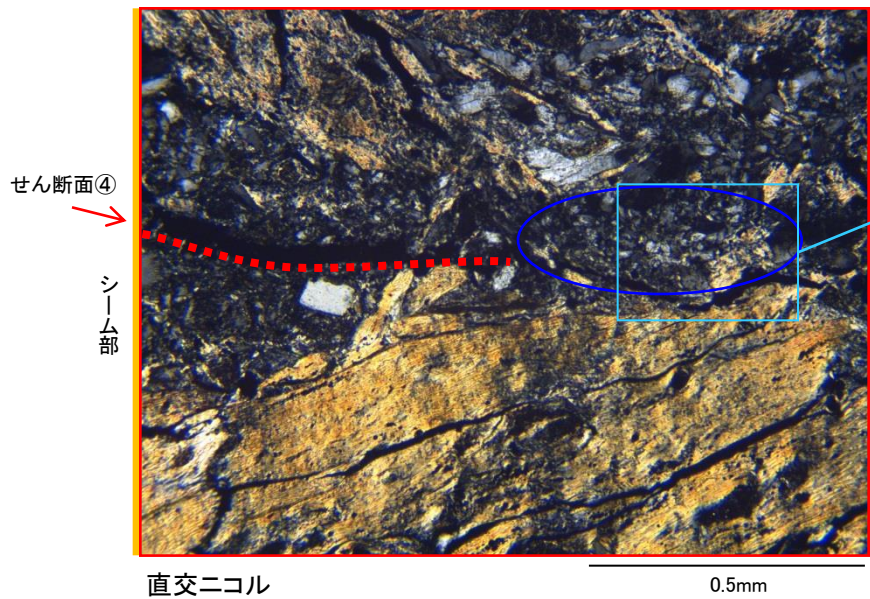
- : せん断面
- : シーム境界
- : R面
- : P面

薄片観察結果 BS2-B23



【写真10 拡大】

- ・せん断面④を止めるように自形鉱物が横断しており、変位・変形を受けていない。
- ・せん断面④を止めるように晶出する鉱物脈は、単ニコルで無色、板状で劈開が顕著であり、直交ニコルで複屈折が小さく、消光角も小さいことから、X線回折分析の結果を踏まえると、濁沸石であると考えられる。

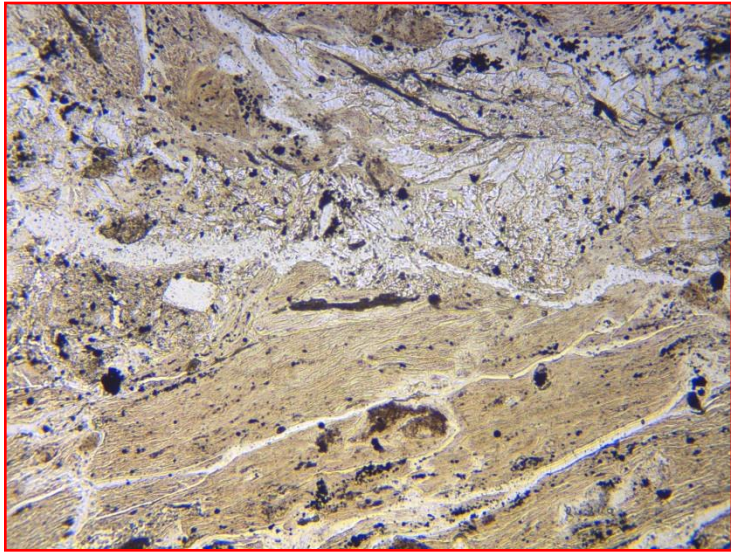


凡例

← : せん断面

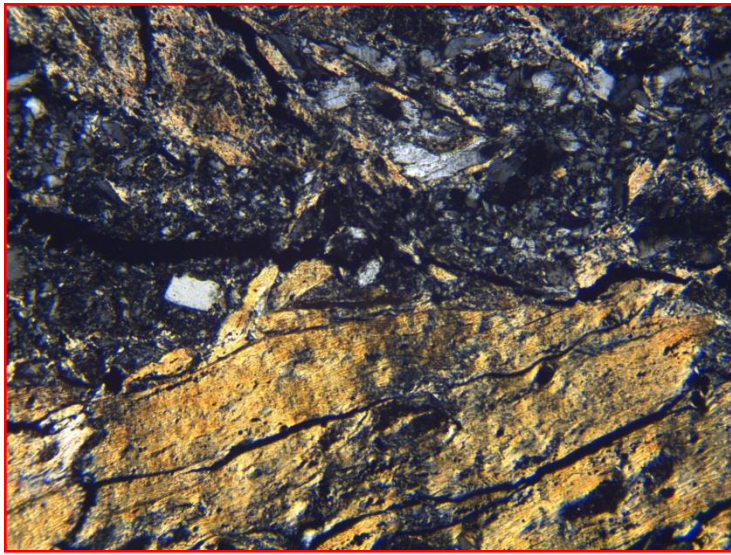
○ : 濁沸石

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



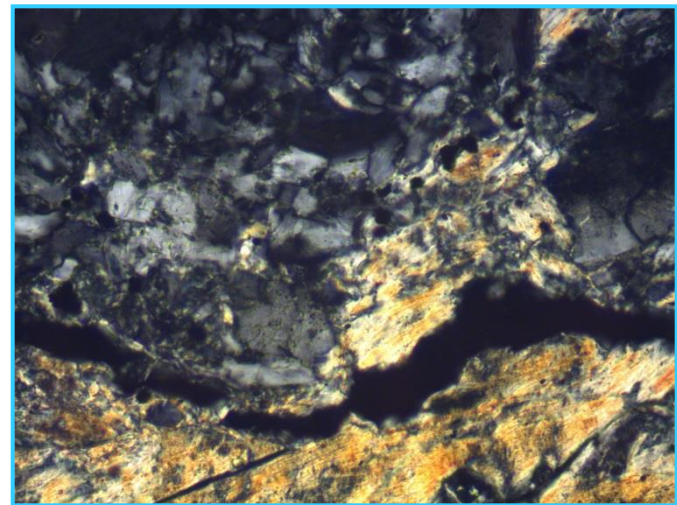
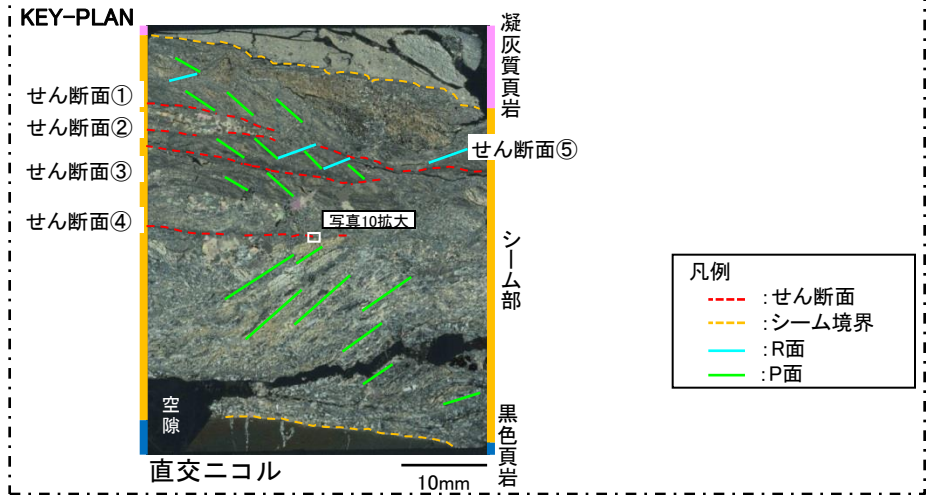
単ニコル

0.5mm



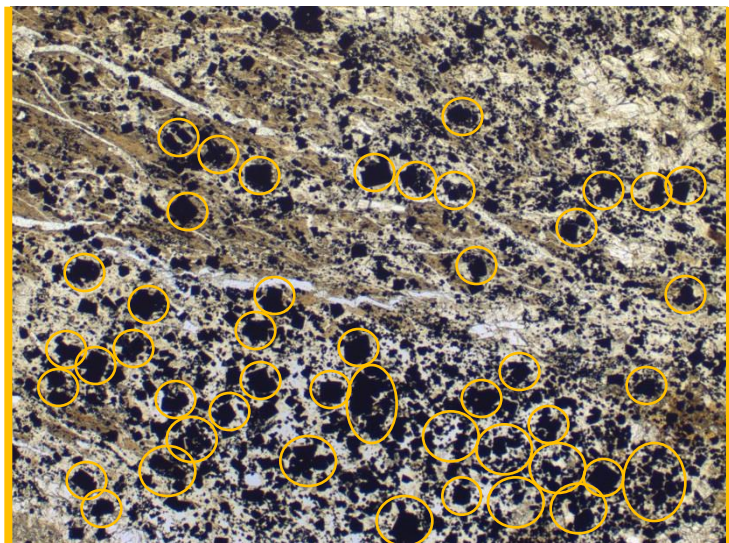
直交ニコル

0.5mm



薄片観察結果 BS2-B23

シーム部

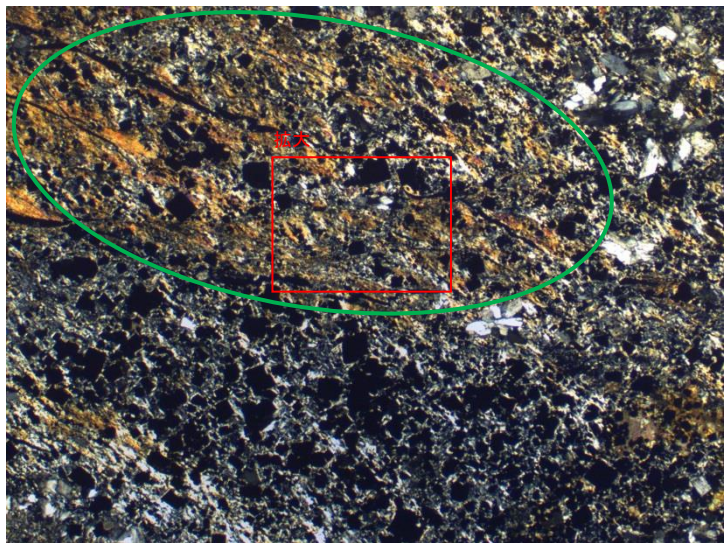


単ニコル

1mm

【写真11】

- ・シームと上盤母岩の境界部付近のシーム内部には、不透明鉱物が密集して晶出する部分が認められる。
- ・これらの鉱物は、単ニコル、直交ニコルで不透明であり、角張った方形であることから、X線回折分析結果を踏まえると、黄鉄鉱であると考えられる。



直交ニコル

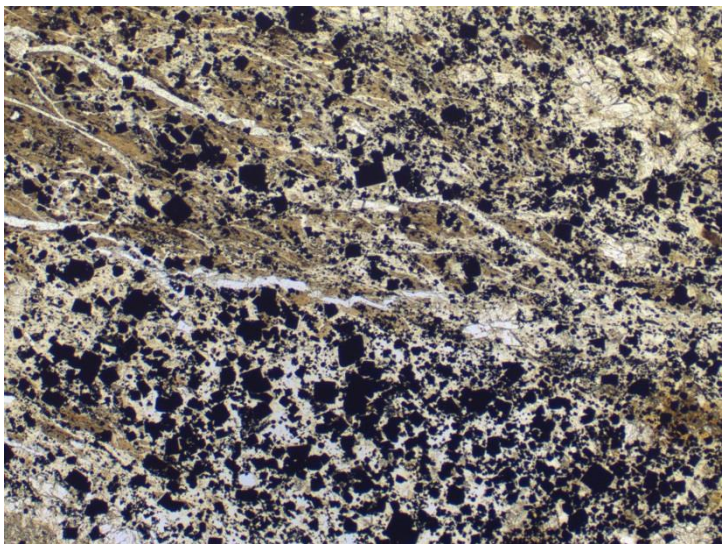
1mm

凡例

○ : 黄鉄鉱

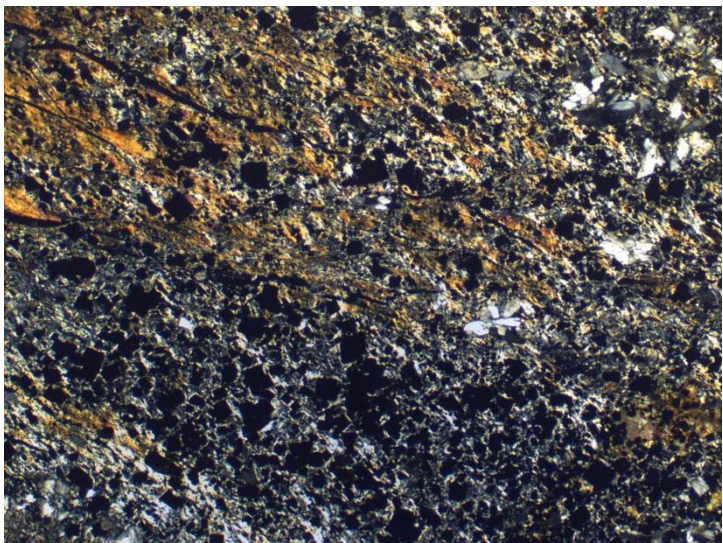
○ : イライト/スメクタイト混合層鉱物

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



単ニコル

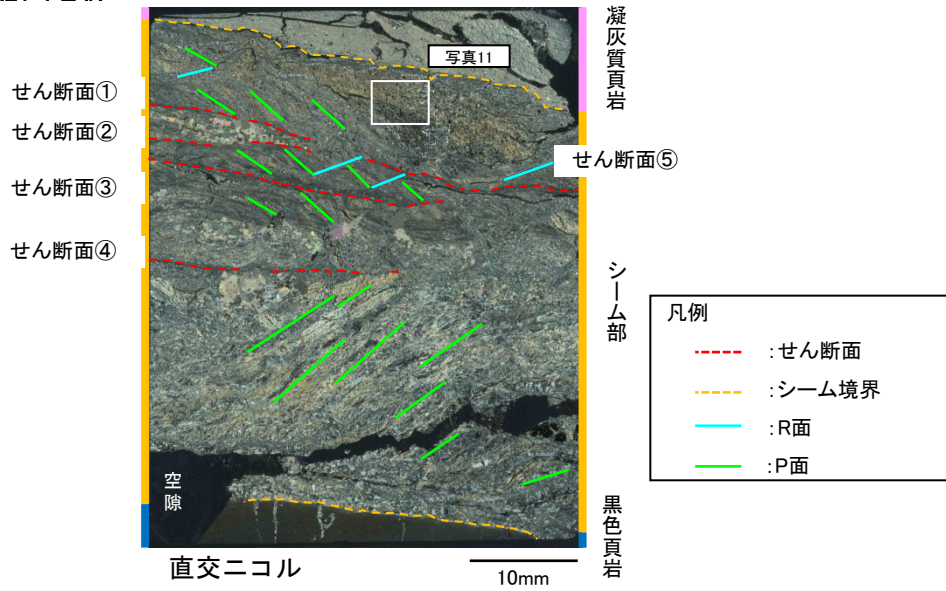
1mm



直交ニコル

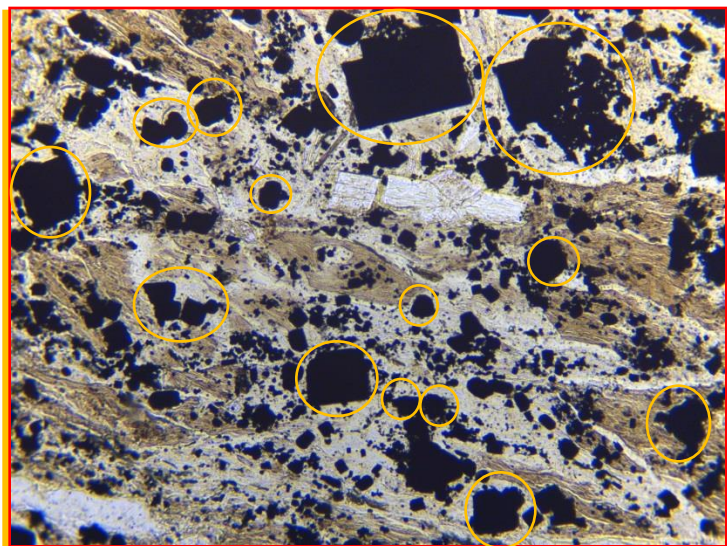
1mm

KEY-PLAN



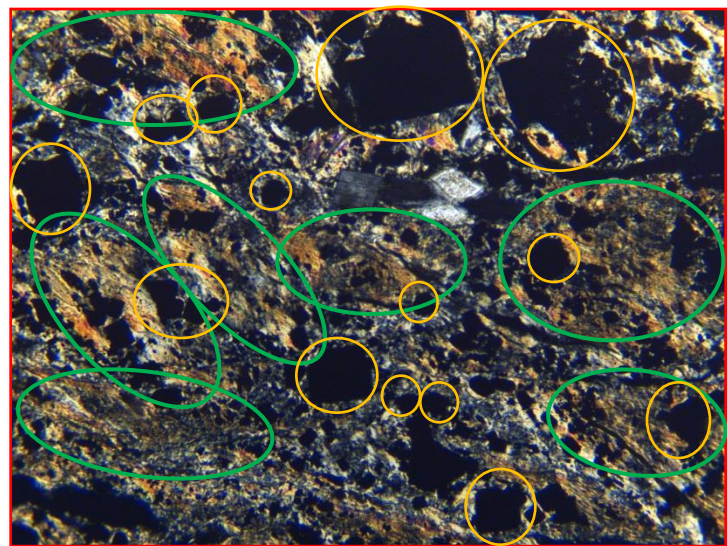
薄片観察結果 BS2-B23

シーム部



単ニコル

0.5mm



直交ニコル

0.5mm

【写真11 拡大】

- ・黄鉄鉱は方形の結晶も認められるが、多くは角がとれて円摩されている。
- ・角が取れた黄鉄鉱の多くはイライト/スメクタイト混合層鉱物に取り込まれていることから、イライト/スメクタイト混合層鉱物生成前に生成された鉱物であると考えられる。

以上のことから、黄鉄鉱は凝灰質頁岩の初生鉱物であると考えられる。

凡例

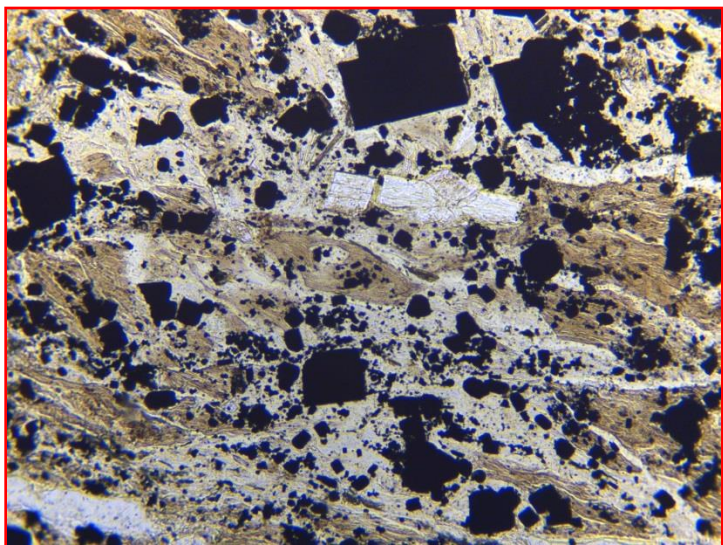


: 黄鉄鉱



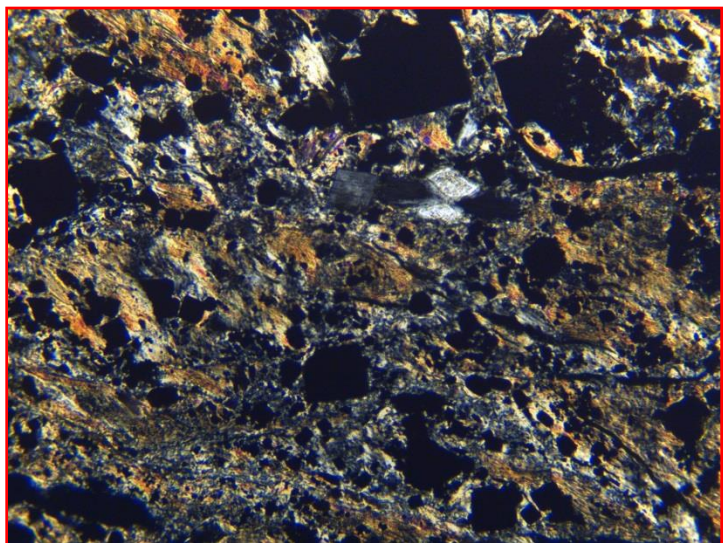
: イライト/スメクタイト混合層鉱物

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



単ニコル

0.5mm

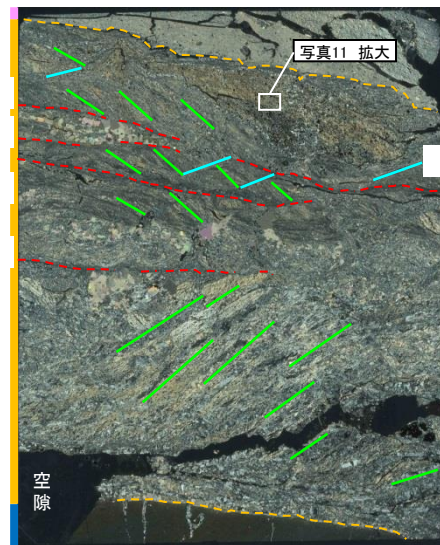


直交ニコル

0.5mm

KEY-PLAN

- せん断面①
- せん断面②
- せん断面③
- せん断面④



凝灰質頁岩

せん断面⑤

シーム部

凡例

- : せん断面
- - - : シーム境界
- : R面
- : P面

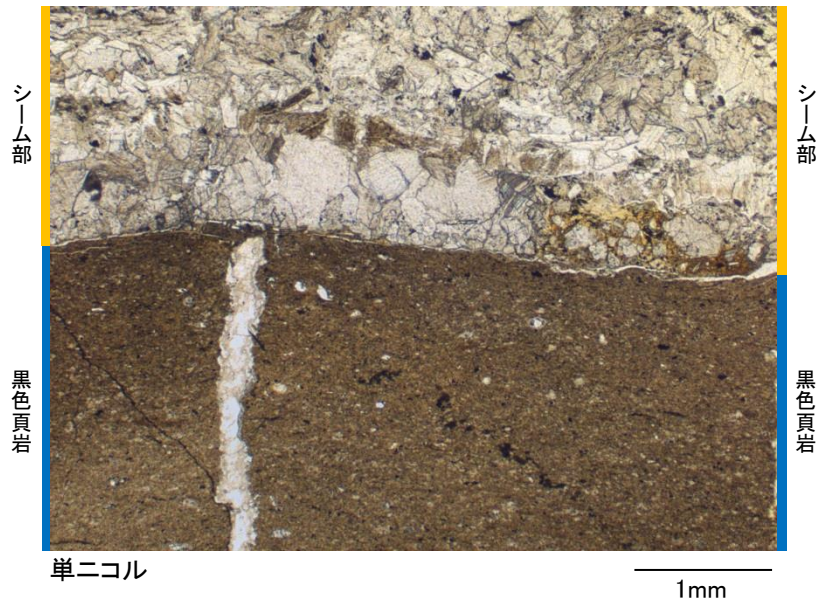
空隙

黑色頁岩

直交ニコル

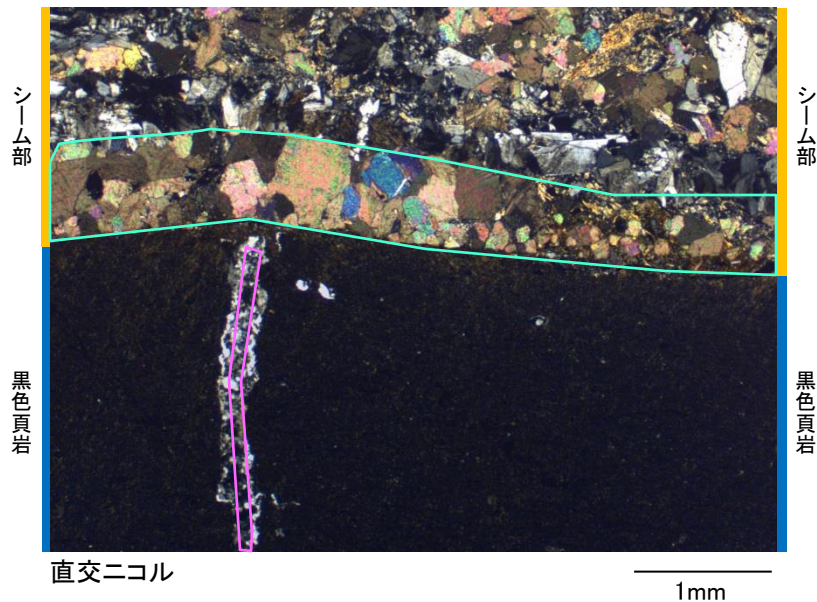
10mm

薄片観察結果 BS2-B23



【写真06】

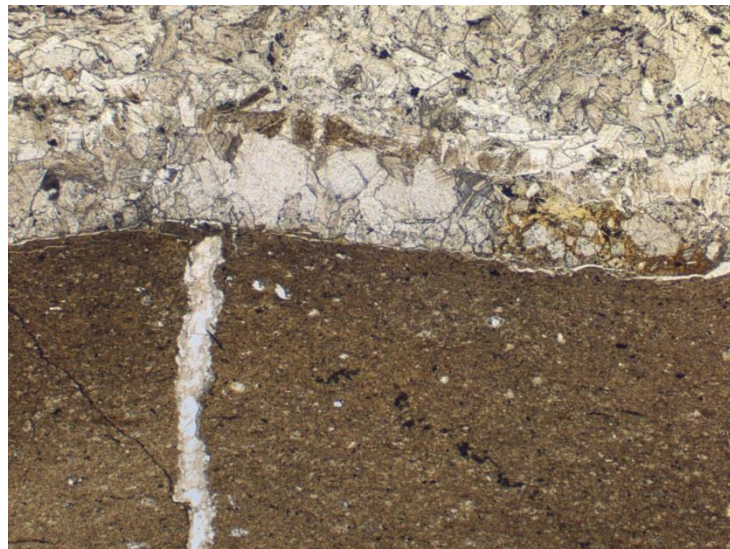
- ・シームと下盤母岩において、細粒化が認められないことから、シームと下盤母岩(黒色頁岩)の境界部にはせん断面はないと考えられる。
- ・シーム境界上側のシームに晶出する鉱物に破碎が認められない。この鉱物は、単ニコルで無色で劈開が顕著であり、直交ニコルで高次の干渉色を示すことから、X線回折分析結果を踏まえると、方解石であると考えられる。
- ・シーム境界下側の黒色頁岩の節理に充填された鉱物はせん断による破碎が認められない。単ニコルで無色で劈開がなく、直交ニコルで複屈折が小さく、消光角も小さいことから、X線回折分析の結果を踏まえると、石英であると考えられる。



以上のことから、シームと下盤母岩(黒色頁岩)の境界部にはせん断面はないと考えられるが、せん断面があったとしても、方解石等が境界部に晶出しており、破碎が認められないことから、これらの鉱物が晶出して以降、活動していないと考えられる。

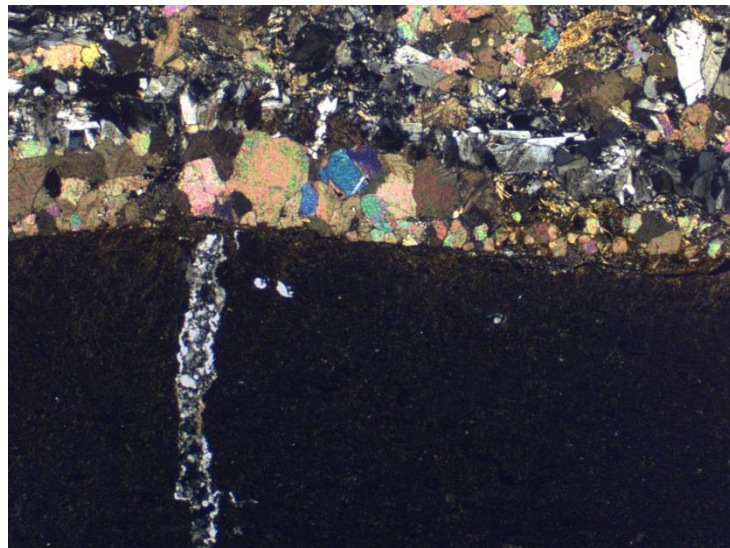
凡例	○	: 方解石
	◇	: 石英

薄片観察結果 BS2-B23(解釈線なし)



単ニコル

1mm



直交ニコル

1mm

KEY-PLAN

- せん断面①
- せん断面②
- せん断面③
- せん断面④



凝灰質頁岩

せん断面⑤

シーム部

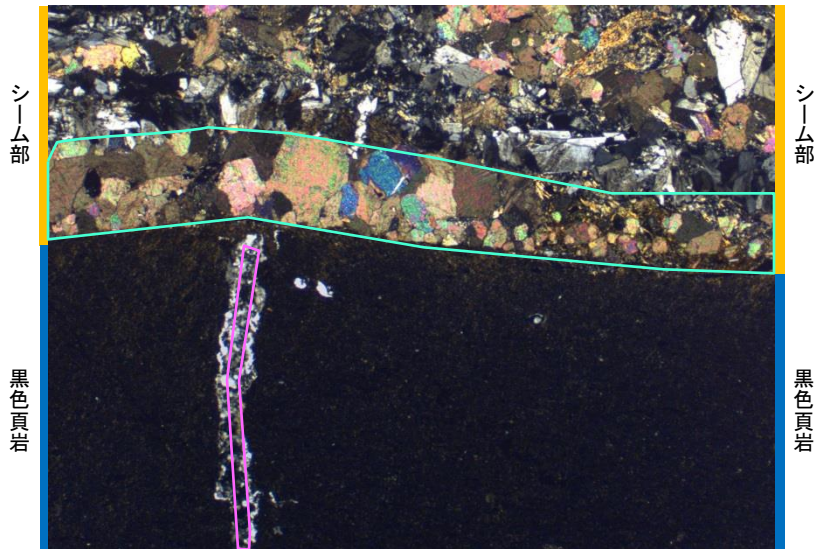
黒色頁岩

凡例	
---	:せん断面
---	:シーム境界
—	:R面
—	:P面

直交ニコル

10mm

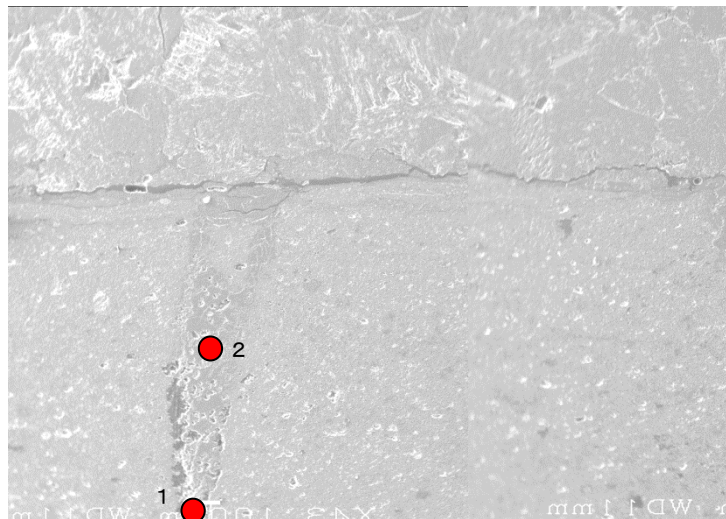
EPMA分析結果 BS2-B23



薄片写真(直交ニコル)

1mm

凡例
○ : 方解石
○ : 石英



EPMA分析位置 (SEM画像)

● EPMA定量ポイント 直径10μ m

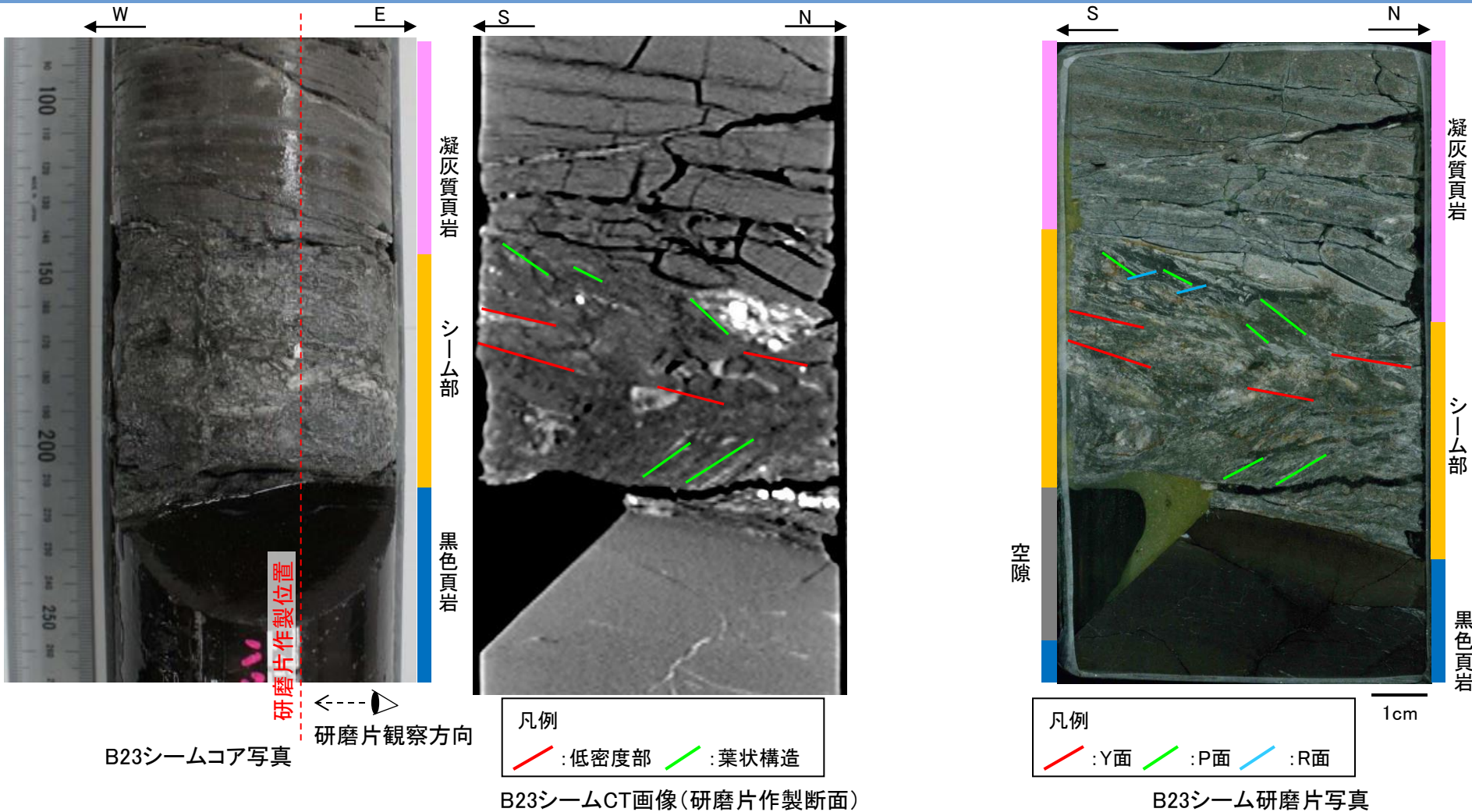
【写真06 EPMA分析結果】

- ・黒色頁岩の節理に充填された鉱物脈の種類を詳細に同定するため、EPMA分析を行った。
- ・SiO₂が支配的であったため、薄片観察での同定結果と同様、この鉱物は石英と考えられる。

EPMA分析結果 Mass (%)

分析位置	1	2
SiO ₂	95.657	95.674
TiO ₂	0.006	0.041
Al ₂ O ₃	0.432	0.392
Fe ₂ O ₃	0.059	0.026
MnO	0.000	0.014
MgO	0.013	0.010
CaO	0.079	0.066
K ₂ O	0.045	0.052
Na ₂ O	0.053	0.058
Cr ₂ O ₃	0.033	0.000
SO ₃	0.009	0.029
OH	3.614	3.639
Total	100.000	100.001

研磨片観察とCT観察の対比

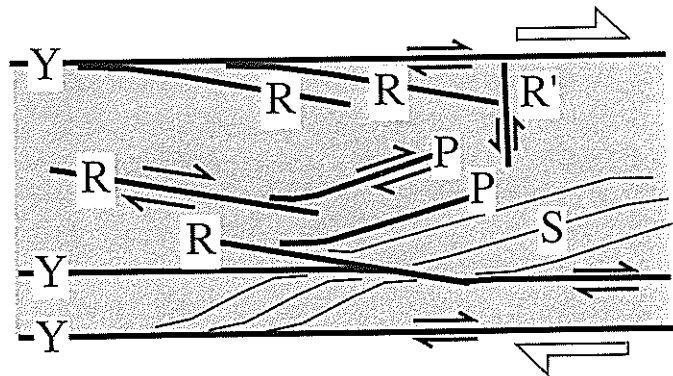


・CT画像では、シームに平行な低密度部(図の赤線)に斜交する鉱物の配列方向を葉状構造として認定している。
 ・B23シームのCT画像で認められる低密度部及び葉状構造は、研磨片のY面及びP面と概ね対応している。

(参考)複合面構造の考え方

脆弱断層帯で最もよく見られる

リーデルせん断面



Y : Yせん断面(主せん断面)
 R : Rせん断面
 R' : R'せん断面
 P : Pせん断面

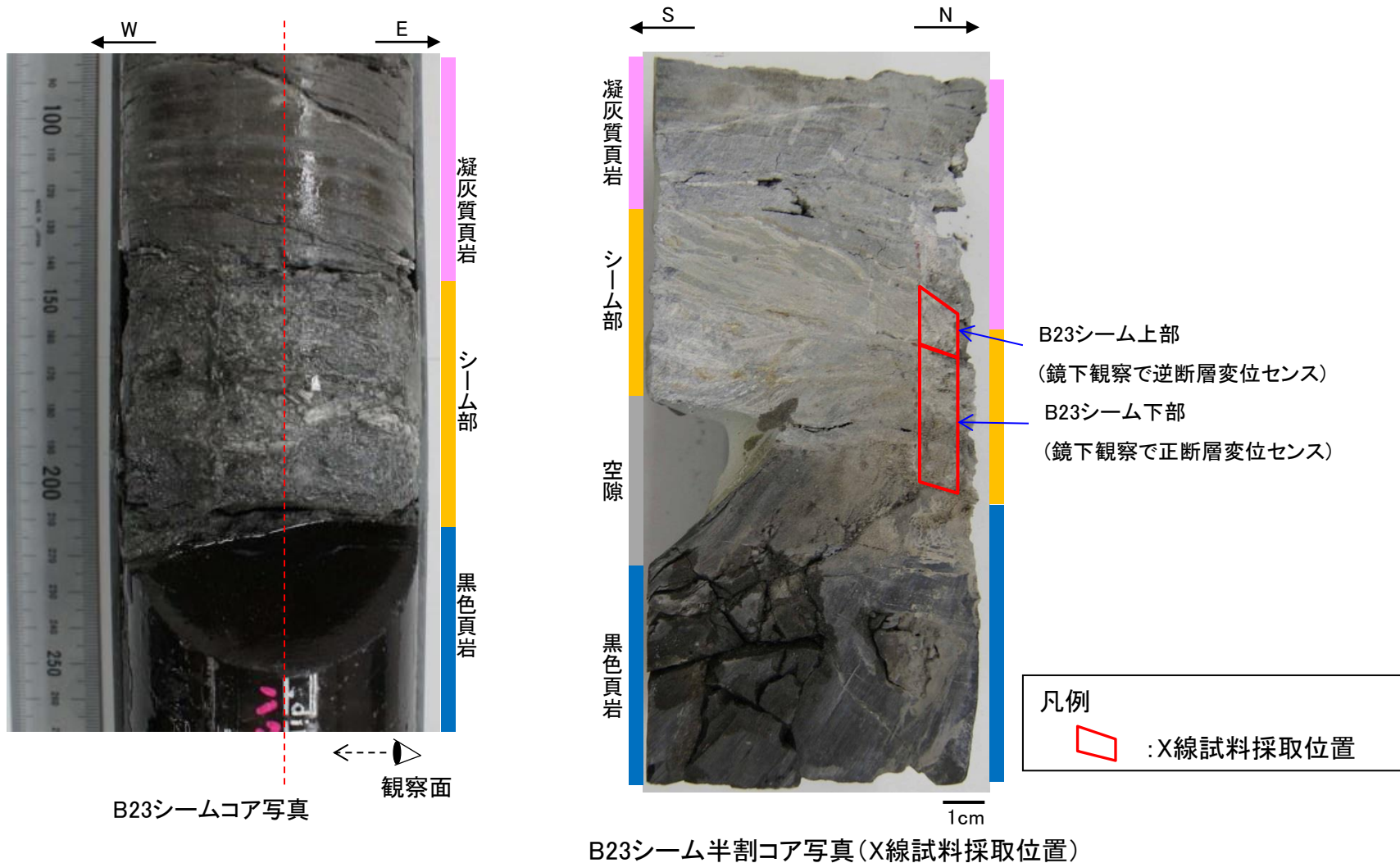
C. パスキエほか(1999)⁽¹²⁾を加筆・修正

C. パスキエほか(1999) 及び狩野・村田(1998)による複合面構造の考え方

複合面構造	特徴
Y面	・シームの走向に平行な主せん断面
R面	・Y面に対して時計回りに0° から30° 程度斜交し、右横ずれの場合、右横ずれ変位と多少の開口成分をもつ左雁行状の破断面
P面	・Y面に対して反時計回りに0° から30° 程度斜交し、密に発達する葉状の面構造 ・面に沿って破碎された粒子や、続成・弱変成作用によって生じた細粒の雲母粘土鉱物が配列する。

- ・C. パスキエほか(1999)によると、右横ずれの脆弱性破碎帯が形成される際、特徴的な方位とせん断センスを持つ、リーデルせん断面(Rせん断面、R'せん断面、Pせん断面等)が見られ、せん断センスは、古いリーデルせん断面(RによるPやYの屈曲)や面構造により、せん断センスを決定できるとしている。
- ・狩野・村田(1998)によると、P面は密に発達する葉状の面構造であり、面に沿って破碎された粒子等が配列することで特徴付けられる。

4. シームの活動性 (2)シームの活動性評価 ④BS-2孔のB23シームの薄片観察結果
X線回折分析試料採取位置 BS-2, B23シーム



・B23シームは、コア観察及びCT観察において確認された、せん断センスが異なる上部と下部でそれぞれ試料を採取した。

(参考) 文献調査結果 (緑泥石/スメクタイト混合層鉱物のX線回折パターン)

第318回審査会合
資料2 p.111 再掲

278 X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals

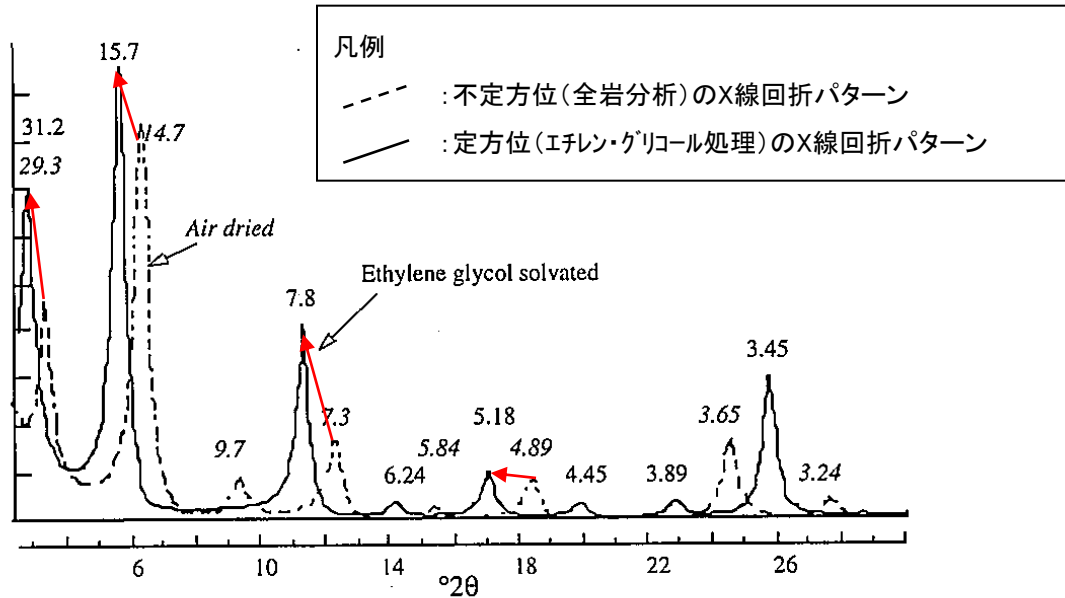
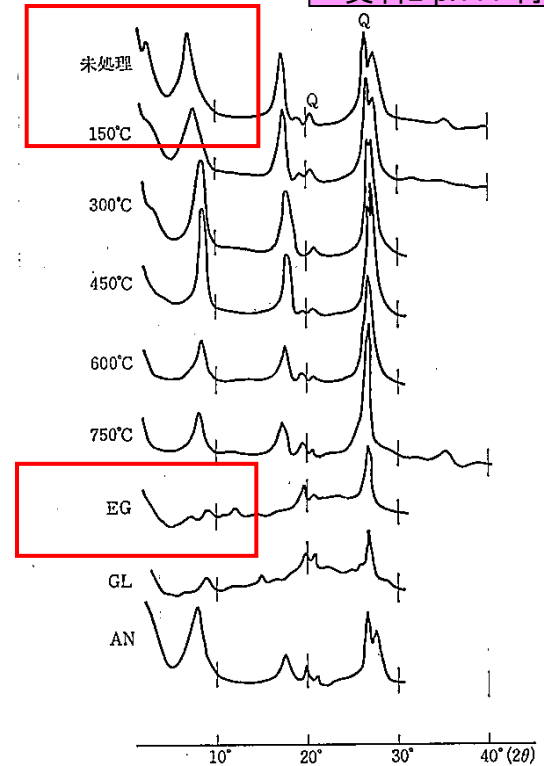


Fig. 8.9. Trioctahedral low-charge corrensite. All octahedral sheets contain 1 Fe per 3 sites.

緑泥石/スメクタイト混合層粘土鉱物のX線回折パターン

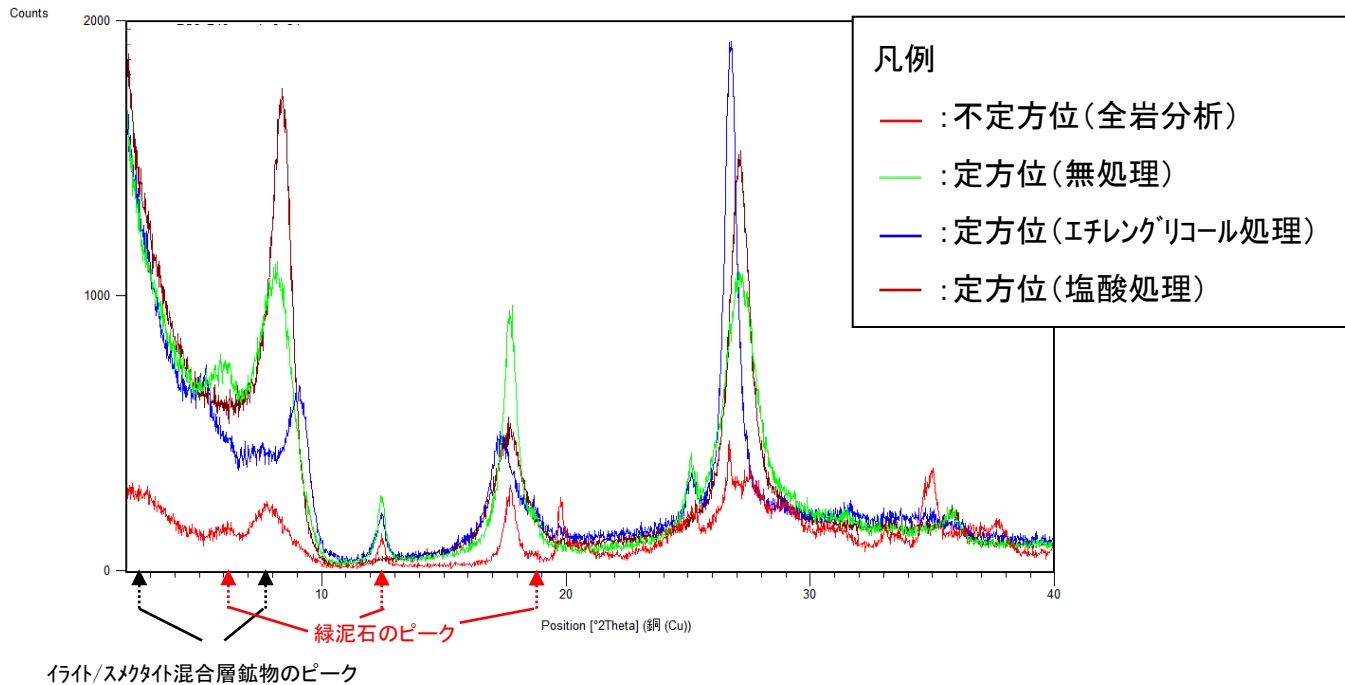
Moore and Reynolds (1997)⁽¹³⁾に一部加筆



イライト/スメクタイト混合層鉱物のX線回折パターンの処理による変化
須藤(1974)⁽¹⁴⁾に一部加筆

- ・緑泥石/スメクタイト混合層粘土鉱物は、エチレングリコール処理によりスメクタイトが膨潤し、ピークが低角側にシフトする。
- ・イライト/スメクタイト混合層鉱物は、エチレングリコール処理によりスメクタイトが膨潤し、ピークが低角側にシフト、分離する。

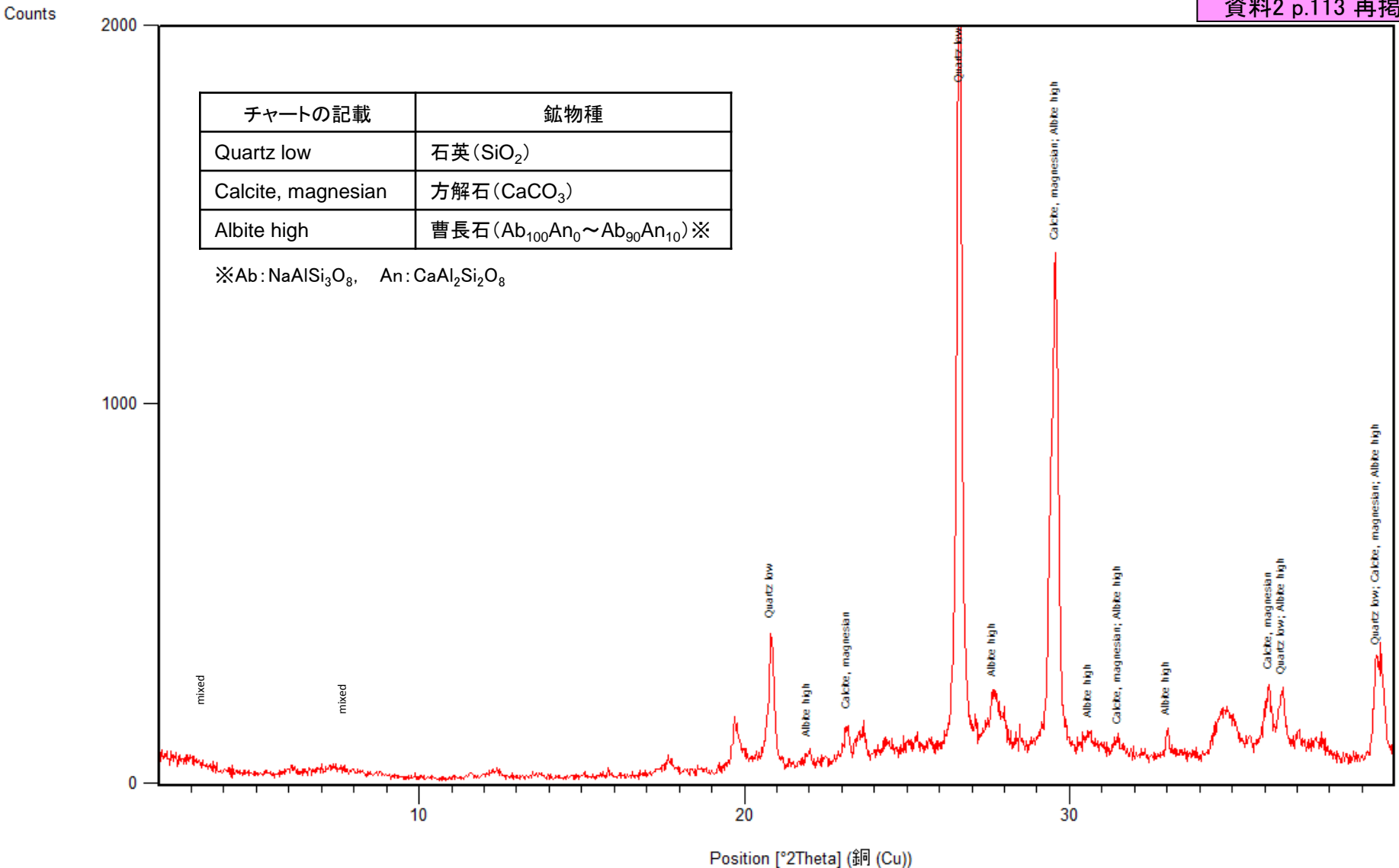
ボーリングコアを用いたX線回折分析結果(粘土鉱物の分析)

第318回審査会合
資料2 p.112 再掲

例 BS-2, B12シームのX線回折分析チャート

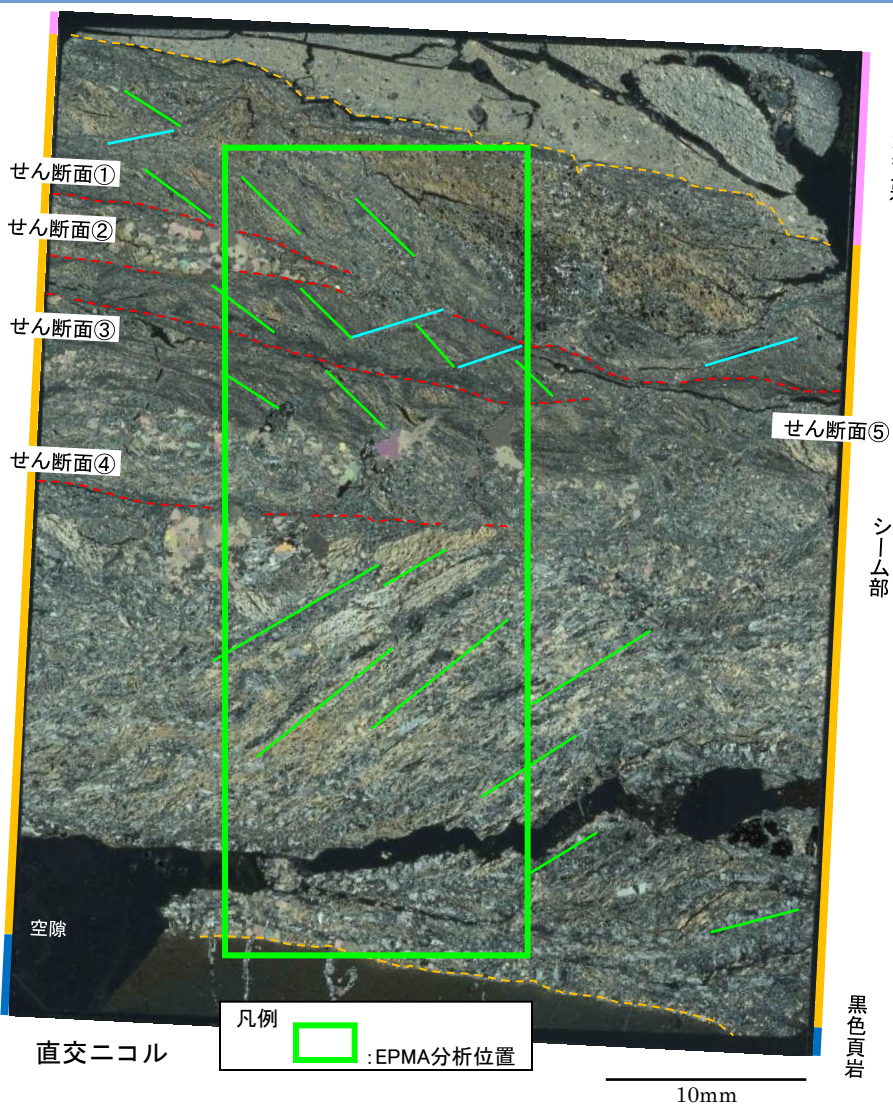
- ・B1～29シームのほとんどに、粘土鉱物である緑泥石及びイライト/スメクタイト混合層のピークが認められる。
- ・エチレングリコール処理を行ったところ、緑泥石のピークがシフトしないことから、混合層ではないと考えられる。
- ・塩酸処理を行ったところ、緑泥石が溶解し、ピークが消失する。

X線回折分析チャート(酸素同位体試験試料, No.308孔 24.33-24.36 m)

第318回審査会合
資料2 p.113 再掲

・方解石のほか、石英、曹長石が認められるが、リン酸溶液に反応してCO₂を発生する鉱物は方解石のみである。

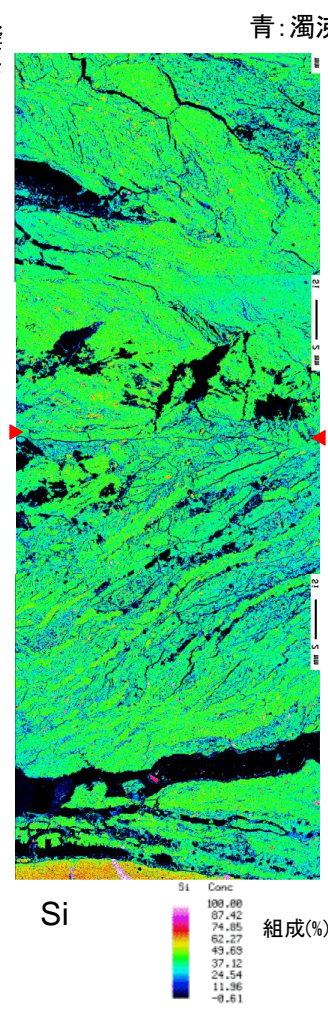
EPMA分析結果 BS2-B23



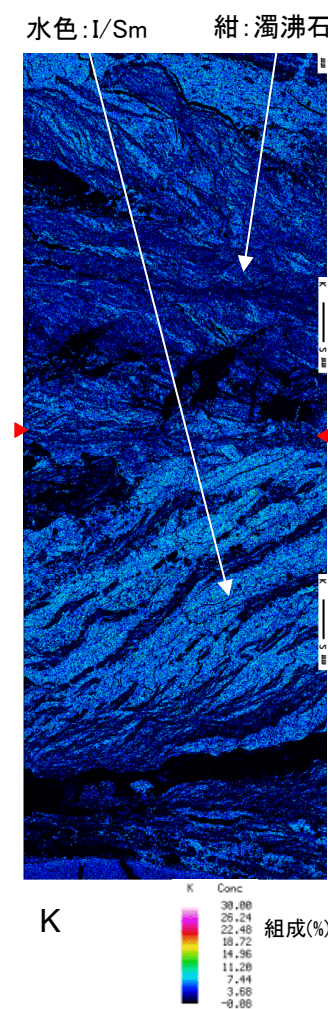
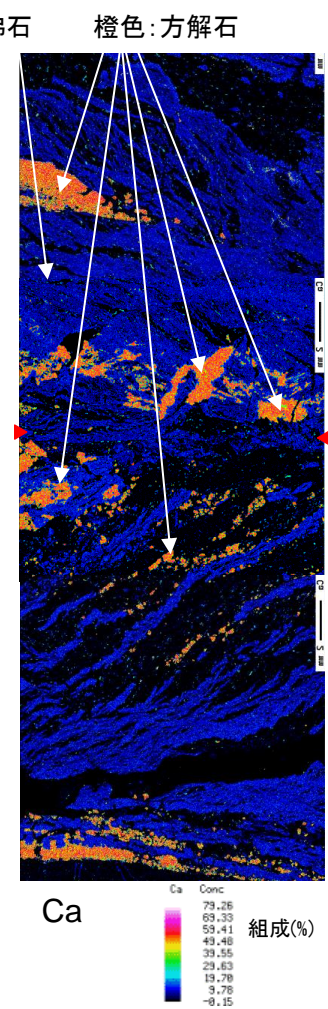
凡例 : EPMA分析位置

凡例 - - - : せん断面 - - - : シーム境界 — : R面 — : P面

凝灰質頁岩
シーム部
黒色頁岩



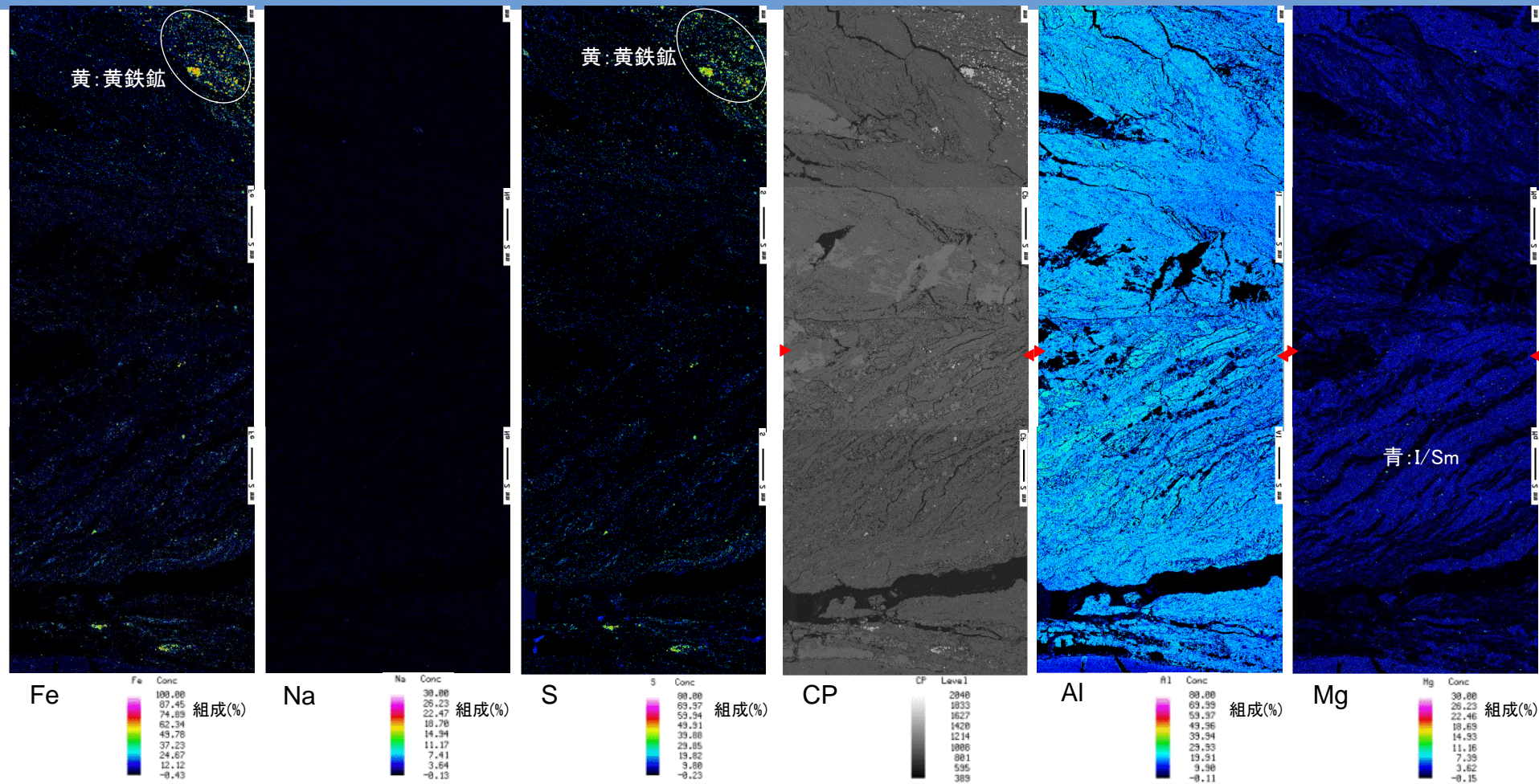
凡例 ▶ : せん断面④



青:濁沸石 橙色:方解石 水色:I/Sm 紺:濁沸石

・B23シームの全体の鉱物組成を確認するため、EPMA分析(マッピング)を行った。

EPMA分析結果 BS2-B23



- ・ほぼCaのみが検出される範囲には、方解石(CaCO_3)が晶出していると考えられる。方解石は、せん断面④下部のP面沿い、せん断面④上部のR面沿いに分布する。
- ・Si, Ca, Alが検出される範囲には、濁沸石($\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)が晶出していると考えられる。
- ・K, Mgが検出される範囲には、イライト/スメクタイト混合層鉱物(※)が晶出していると考えられる。イライト/スメクタイト混合層鉱物は、せん断面④の上部・下部のP面沿いに晶出しており、下部に多い傾向がある。
- ・Fe,Sが検出される範囲には、黄鉄鉱(FeS_2)が晶出していると考えられる。

※ イライト: $\text{K}_{1-1.5}\text{Al}_4(\text{Si}_{7-6.5}\text{Al}_{1-1.5}\text{O}_{20})(\text{OH})_4$,スメクタイト: $\text{Na}_{0.7}(\text{Al}_{3.3}\text{Mg}_{0.7})\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$